Ruta para la sustitución progresiva y justa del carbón en la generación eléctrica en México

MAYO 2020

Ruta para la sustitución progresiva y justa del carbón en la generación eléctrica en México

Mayo 2020

Ciudad de México: México

Reporte elaborado por Iniciativa Climática de México (ICM).

Coordinación: Nain Martínez y Jorge Villareal

Autores: Nain Martínez, Katya Puga, Luisa Sierra y Jorge Villareal.

Agradecimientos

Las discusiones con el **Dr. Adrián Fernández** y el **MC. Daniel Chacón** fueron extremadamente enriquecedoras para el enfoque analítico de esta investigación. La revisión y valiosas recomendaciones realizadas por nuestras colegas **Ana Sofía Tamborrel** y **Teresa de León** fueron de gran beneficio en la elaboración de este reporte. Nuestros colegas **Mariana Gutiérrez**, **Nicolás Sánchez**, **Rodrigo Palacios** y **Fernando Ramones** tuvieron un papel fundamental en la recopilación, procesamiento y análisis de datos, así como en la elaboración de figuras. Un reconocimiento especial a todas las personas de distintas comunidades en la región carbonífera de Coahuila, organizaciones de la sociedad civil e instituciones que de manera voluntaria y desinteresada compartieron su experiencia y visiones durante la conducción de esta investigación.

Índice

Mensajes y hallazgos clave 3
Introducción 6
Antecedentes y contexto del retiro del uso del carbón para la generación de electricidad 9
El retiro del carbón como pieza clave para la acción climática 10
El retiro del carbón en un marco de transición energética justa 11
Las experiencias internacionales 13
Canadá 15
Reino unido 23
Chile 27
Mitigación climática en méxico y el papel del retiro del carbón del sector eléctrico 31
El carbón y las emisiones del sector eléctrico en méxico 32
La trayectoria de emisiones de gei en méxico y en el sector eléctrico 35
El retiro del carbón en un escenario de bajas emisiones 40
El estudio de caso: la región carbonífera de coahuila 46
Estudio de caso 47
Panorama histórico de la minería de carbón en la región carbonífera 49
Panorama actual de la producción de carbón mineral 52
Panorama sobre el uso del carbón en la generación de energía 60
El uso del carbón en la generación energía: visiones de los actores 67
Las posiciones de las y los actores 71
Posiciones de las y los trabajadores y sus representantes 75
Posiciones de organizaciones sociales 77
Las comunidades de la región carbonífera 78
Hacia una propuesta de ruta 105
Referencias 121

Mensajes y hallazgos clave

El retiro del uso del carbón para la generación de electricidad en el corto plazo es indispensable para la reducción de los contaminantes que generan daño a la salud y de la mitigación de los gases de efecto invernadero que nos permiten enfrentar el cambio climático. No obstante, México carece de una estrategia que incluya y atienda el impacto técnico y social para esta necesaria salida. En este contexto, este reporte propone una ruta para un proceso de sustitución de este combustible fósil alineada a las metas de mitigación de México y la gestión justa de sus efectos sociales a nivel local.

México enfrenta -entre otros retos- dos problemas significativos para la planeación y desarrollo de instrumentos políticos para el proceso de retiro y sustitución del carbón en la generación eléctrica. Primero, la escasez de información acerca de las implicaciones climáticas del uso del carbón y las características de un proceso de retiro y sustitución de este combustible. Segundo, la carencia de información sobre los efectos en la distribución de beneficios e impactos sociales a nivel local y los aspectos de gestión social que tendría que incorporar el diseño e implementación del retiro del carbón.

Este reporte examina las implicaciones de la salida del carbón para la generación de electricidad en México, con el motivo de aportar insumos para una acción climática en línea con la trayectoria de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) compatible con el objetivo de limitar el calentamiento global a 1.5 °C. El reporte también atiende los problemas mencionados y realiza una prospección sobre los potenciales impactos sociales positivos y negativos de un proceso de retiro y sustitución progresiva. Como parte de estos insumos, se propone una ruta para un proceso de sustitución de este combustible fósil alineada a las metas de mitigación de México y la gestión justa de sus efectos sociales a nivel local.

Hallazgos clave:

- En 2019, las centrales carboeléctricas generaron el 10% de la electricidad en México y emitieron el 22% del total de GEI del sector eléctrico. Esto, debido a la alta intensidad de emisiones por unidad de energía producida con carbón, que contrasta con el bajo nivel de otras fuentes, como las renovables.
- Con base en el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN 2018-2032) se proyecta un escenario de continuidad de plantas eléctricas con alta

intensidad de carbono (basadas en fuentes de carbón y combustóleo), ampliando -junto con la penetración de gas y el limitado incremento renovable- la participación de fuentes fósiles en la matriz eléctrica. En este escenario, el sector eléctrico alcanzaría un volumen de emisiones de 160.4 $MtCO_2e$ para el 2030, el cual rebasaría en 15% el nivel requerido para este sector en la Contribución Nacionalmente Determinada de México (NDC, por sus siglas en inglés). Esto es preocupante por el importante papel que el sector eléctrico tiene para cumplir con este compromiso climático (30% de la reducción total de GEI).

- Sin un cambio en la matriz eléctrica, la tendencia de las emisiones de GEI del sector eléctrico para el 2030 superará ampliamente el volumen estimado para este sector para un escenario de calentamiento global de 2 °C y 1.5°C. Incluso, en un escenario de cumplimiento de la NDC, el nivel de emisiones del sector eléctrico en 2030 superaría en 39% y 74% los niveles requeridos para el escenario de 2 °C y 1.5°C, respectivamente.
- No obstante, la trayectoria tendencial de incremento en las emisiones del sector eléctrico puede ser revertida en el corto y mediano plazo con acciones técnica y económicamente factibles. El retiro paulatino de las plantas carboeléctricas que además han cumplido con el ciclo de vida de su inversión y la sustitución de esta oferta con energías renovables es una acción fundamental para reducir el nivel de emisiones del sector eléctrico a 68.3 $MtCO_2e$ para 2030 versus el nivel tendencial de 160 $MtCO_2e$. De lograrlo, estaremos cerca de la ruta para alcanzar el escenario de referencia de 1.5°C.
- Para este retiro paulatino, se requiere la salida de las centrales carboeléctricas en Coahuila (una en el año 2022 y otra en el 2023) y el retiro de la planta localizada en Guerrero a finales del sexenio, así como la reducción del consumo de combustóleo en termoeléctricas y una sustitución por fuentes de energía renovable. Estas medidas permitirán reducir 37% las emisiones de GEI en el sector eléctrico a finales del presente sexenio con respecto a los niveles de 2019.
- La estrategia de retiro tendrá que reconocer, atender y mitigar el impacto el impacto ocupacional sobre la minería del carbón y la operación de las plantas carboeléctricas.
- Una planeación del retiro efectiva, participativa, con enfoque de género y respeto a los DDHH de las poblaciones afectadas, puede generar diversos beneficios sociales y ambientales; por ejemplo, la disminución de riesgos climáticos que afectan con mayor intensidad a los grupos sociales en condiciones de vulnerabilidad, una mejora en la calidad del aire en las zonas aledañas a las plantas, menor incidencia de enfermedades respiratorias y la oportunidad de nuevas actividades económicas a nivel local.

- En el diseño de una estrategia justa en territorio, los grupos poblacionales potencialmente afectados deben tener una participación sustantiva, que permita la inclusión de medidas orientadas a la compensación y la reorientación productiva, considerando las necesidades y capacidades diferenciadas de mujeres y hombres.

Introducción

La eliminación del uso del carbón para la generación de electricidad es indispensable para la mitigación del cambio climático y requiere de una implementación ambiciosa y urgente en el corto plazo (IPCC, 2018). A nivel nacional, el diseño y conducción de este proceso de eliminación enfrenta retos significativos, tanto para el alcance de las metas de mitigación, como respecto a sus implicaciones sociales y ambientales a nivel local. Distintos gobiernos nacionales y locales han desarrollado iniciativas para el retiro y sustitución del carbón. Sin embargo, México carece de una estrategia en esta área, que es crítica para la construcción de una transición energética justa (Climate Action Tracker, 2019; Climate Transparency, 2019). Por ello, en este reporte se analizan las características y desafíos de un proceso de sustitución del carbón en México alineado con las metas de mitigación, así como sus potenciales beneficios e impactos sobre las comunidades y grupos sociales a nivel local. Este análisis es posteriormente utilizado como base para la elaboración de una ruta para la sustitución justa del carbón en México.

En el Acuerdo de París, la comunidad internacional acordó una serie de esfuerzos globales y complementarios para impedir que el calentamiento global supere 2°C respecto a los niveles preindustriales y fortalecer la acción para limitar el aumento en la temperatura media del planeta a 1.5 °C. Un aumento superior a 1.5 °C causaría riesgos climáticos significativos y duraderos para los sistemas ambientales y humanos, los cuales afectarían con mayor intensidad a las regiones y grupos sociales en condiciones de desventaja (IPCC, 2018). Un área fundamental para la mitigación climática es la transición en el sector eléctrico, debido a que esta actividad es responsable del 25% de las emisiones de globales de GEI (IPCC, 2014). Entre los combustibles fósiles, el carbón tiene la mayor intensidad de emisiones de GEI por unidad de energía producida, y las plantas de generación eléctrica basadas en carbón mantienen una amplia participación global (Climate Action Tracker, 2015; IPCC, 2018). En una trayectoria de emisiones consistente con el escenario que limitaría el incremento de la temperatura en 1.5ºC, la participación global de carbón en la generación de electricidad tendría que reducirse un 80% en 2030 con respecto a los niveles de 2010 y alcanzar el retiro de este combustible fósil antes de 2040 (Yanguas-Parra et al., 2019). Por ello, el desarrollo de políticas para el retiro del carbón es un área prioritaria para la mitigación climática.

A nivel global, gobiernos nacionales y subnacionales implementan iniciativas para la sustitución del carbón. Estas iniciativas, aunado al creciente costo-beneficio de las energías renovables -particularmente la tecnología eólica y solar fotovoltaica- han incentivado una disminución en la inversión y construcción de plantas basadas en este

combustible (Shearer et al., 2020). Además de la contribución a la mitigación del cambio climático, las políticas en el área aportan importantes beneficios ambientales y sociales a nivel local, como una mejora en la calidad del aire, disminución en la incidencia de enfermedades respiratorias, mayor acceso a energía limpia para satisfacer necesidades energéticas de la población en pobreza energética, oportunidades de empleo y reconversión económica de comunidades mineras. No obstante, las emisiones GEI de las plantas carboeléctricas en operación y construcción a nivel global en 2016 excedían en un 250% los niveles requeridos para estabilizar las emisiones en el escenario de 1.5°C y 140% para el escenario de 2°C (Yanguas-Parra et al.,2019). El retraso en la adopción de políticas nacionales en el área ha limitado el alcance de este proceso global.

México se encuentra entre los países con mayores emisiones de GEI en el mundo y en el G20, que concentra el 86% de las emisiones globales (Climate Transparency, 2019). El nivel de emisiones del país se encuentra en una trayectoria de incremento del calentamiento global de 3°C (Climate Transparency, 2019). Esto se debe en gran medida a la dependencia nacional de los combustibles fósiles que producen el 80% de la electricidad a nivel nacional. Las carboeléctricas, altamente emisoras de GEI, representan el 11% de la capacidad instalada de electricidad (5.4GW) en México. La generación de electricidad basada en carbón supera la participación conjunta de eólica, solar, geotérmica, bioenergía, cogeneración eficiente y nucleoeléctricas (Climate Action Tracker, 2019).

La actuación de México es estratégica en el esfuerzo internacional de mitigación por su participación como uno de los principales emisores globales de GEI. Para reducir emisiones GEI y aportar nuestro esfuerzo a la acción global del Acuerdo de París, México cuenta con un marco legal que respalda el compromiso internacional climático. Las reformas a la Ley General de Cambio Climático (2018) colocan al Acuerdo de París (2015) y sus objetivos de largo plazo como objetos de la política climática nacional. Esto fortalece el mandato legal de las NDC, que establece la meta no condicionada de reducir 22% de las emisiones GEI al 2030 sobre el escenario tendencial, lo que implica una reducción de 30% del sector eléctrico (NDC, 2015). La Ley de Transición Energética (2015) establece metas graduales de penetración de energías limpias hasta alcanzar 35% de la generación en la matriz eléctrica para el año 2024. Además, México se comprometió a retirar las carboeléctricas en operación en la Alianza Global para el Retiro Progresivo del Carbón (*Powering Past Coal Alliance*) (Climate Action Tracker, 2019; Climate Transparency, 2019), compromiso firmado por el presidente de la República en el marco de las negociaciones del Acuerdo de París (2015).

No obstante, México actualmente no cuenta con un plan de retiro y sustitución del carbón, y mucho menos los instrumentos de política pública para la implementación de este proceso (Climate Transparency, 2019). El desarrollo de éste enfrenta, entre otros retos, dos problemas significativos:

1. A pesar de que los estudios existentes, el proceso de retiro del carbón y sus características técnicas y sociales no han recibido la atención necesaria de quién toma las decisiones energéticas u otros actores involucrados en el sector. Este vacío limita la información disponible para la deliberación pública sobre los retos específicos en el área y para la planeación y diseño de una estrategia nacional, con vocación participativa y socialmente inclusiva.
2. El diseño de políticas y la planeación en el sector energético se han caracterizado por la ausencia de información sobre sus aspectos sociales (Rousseau, 2017). Los elementos de carácter técnico y económico (ej., factor de carga, capacidad de distribución, consumo y demanda eléctrica) son esenciales para la operación y funciones del sector eléctrico, sin embargo, la ausencia de información sobre la dimensión social en el sector ha causado impactos sociales y ambientales que generan problemas de implementación (Huesca-Pérez et al., 2016).

Para contribuir al abordaje de estos retos, en este reporte se propone una ruta para la sustitución progresiva y justa del uso del carbón en la generación eléctrica en México. El primer apartado expone los antecedentes internacionales y nacionales, así como el marco analítico del reporte. En el segundo apartado se presentan las implicaciones de las trayectorias de emisiones y el uso del carbón en sector eléctrico, en línea con los escenarios de referencia de 1.5°C y 2°C. El tercer apartado muestra los riesgos, costos y beneficios de la cartera de tecnologías para la mitigación de emisiones en la generación eléctrica. Con base en la experiencia internacional y un estudio de caso en Coahuila, el cuarto apartado presenta los impactos sociales positivos y negativos del retiro del carbón en México y los aspectos para la gestión social de un proceso justo de retiro.

SECCIÓN 1:

Antecedentes y contexto del retiro del uso del carbón para la generación de electricidad

El retiro del carbón como pieza clave para la acción climática

El retiro del carbón como energético es fundamental para la mitigación del cambio climático. Los combustibles fósiles emiten distintas cantidades de GEI respecto a la cantidad de energía que producen y entre estos, el carbón emite la mayor cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO_2) por unidad de energía producida. El carbón bituminoso, comúnmente utilizado para la generación de electricidad, supera en 45% las emisiones de CO_2 del gas natural y en 22% las del diésel (EIA, 2019). Como consecuencia, la generación de electricidad basada en carbón es responsable del 40% de las emisiones totales de GEI de este sector y del 10% de las emisiones globales. Este volumen supera a las emisiones anuales conjuntas de los países que integran la Unión Europea (IPCC, 2014). De esta manera, el Informe Especial del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) sobre el Calentamiento Global de 1.5°C es contundente respecto a la importancia del retiro del carbón. El uso del carbón para la generación de electricidad tendría que reducirse a una participación cercana a 0% para el 2050 en una trayectoria de emisiones alineada a 2°C y 1.5°C. Esto aplica incluso en los escenarios más flexibles en los que se implementan de manera extendida tecnologías disruptivas de Captura y Almacenamiento de Carbón (IPCC, 2018).

El retiro del carbón de la matriz eléctrica demanda una ambiciosa implementación global en el corto plazo. En una trayectoria de emisiones consistente con el escenario de 1.5ºC, la participación global de carbón en la generación de electricidad tendría que reducirse un 80% en 2030 con respecto a los niveles de 2010, y alcanzar el retiro de este combustible fósil antes de 2040 (Yanguas-Parra et al., 2019). En el mundo, el mayor esfuerzo en el retiro del carbón tendría que ocurrir en el transcurso de esta década. La participación actual del carbón en la generación de electricidad (40%) debería de reducirse a 6% y no exceder el 13% para el 2030. Sin embargo, las tendencias en el sector contrastan significativamente con los requerimientos de mitigación (Climate Action Tracker, 2015). Incluso si no se construye otra carboeléctrica, las emisiones comprometidas por las plantas en operación superan por entre 140-150% los niveles de un escenario de 2°C en el 2030 y podrían alcanzar 400% si las plantas que se encuentran en etapa de planeación son desarrolladas (Climate Action Tracker, 2015; Yanguas-Parra et al., 2019).

En consecuencia, en el ámbito internacional y nacional, e incluso algunos gobiernos locales han avanzado en el retiro del carbón. En 2017, en el marco de la 23ª Conferencia de las Partes, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

(COP 23), un grupo de 25 gobiernos nacionales y subnacionales y distintos actores económicos y sociales conformaron la Alianza Global para el Retiro Progresivo del Carbón (*Powering Past Coal Alliance*) entre ellos México. En esta alianza, los gobiernos participantes se comprometieron a conducir un proceso de retiro rápido del carbón de los sistemas eléctricos y establecer medidas de apoyo para los trabajadores y las comunidades (Powering Past Coal Alliance, 2017). En este marco, distintos gobiernos nacionales y subnacionales actualmente implementan políticas en el área. Estas políticas de retiro del carbón usualmente consideran: *i)* restricciones legales para la construcción de carboeléctricas y el retiro de subsidios o beneficios fiscales; *ii)* un plan y calendario sobre el proceso de retiro y sus etapas; *iii)* mecanismos para la transición justa de comunidades y trabajadores vinculados a esta industria (ej., programas de reconversión productiva, compensaciones, extensiones fiscales); y *iv*) un plan para la sustitución de la electricidad por energías renovables y la adaptación de la infraestructura eléctrica (Shearer et al., 2020).

A pesar de esto, el avance global en el retiro del carbón aún es limitado (Yanguas-Parra et al., 2019). Por ejemplo, en el Grupo de los Veinte (G20), que integra a las mayores economías industrializadas y emergentes y principales emisores de GEI, el retiro del carbón ha tenido retraso, comprometiendo la acción climática global. Por ejemplo, cuatro de los integrantes de este grupo están implementado planes para el retiro del carbón consistentes con las metas de emisiones (ej., Francia). Seis de estas naciones han tomado acciones significativas en el área (ej., China y Brasil); y ocho carecen de una política o acción en el área, entre ellos, Rusia, Turquía y México (Climate Transparency, 2019b).

El retiro del carbón en un marco de transición energética justa

La sustitución del carbón es un área estratégica para la construcción de un futuro energético justo en México. La justicia (o injusticia) de la transición energética se refiere a la capacidad de todos los actores y grupos sociales afectados o interesados de participar de manera informada y efectiva en la toma de decisiones y en la elaboración de políticas y proyectos en el área. La justicia en este proceso también depende de los efectos que las políticas y proyectos tienen en la distribución de beneficios, riesgos e impactos entre los actores y grupos sociales, y de éstos con respecto a las futuras generaciones (Sovacool, 2013; Phadke, 2013). Por lo tanto, en una ruta para la sustitución justa del carbón de la matriz eléctrica es necesario considerar sus efectos intra e

intergeneracionales en el ámbito global y local; así como reconocer las capacidades y necesidades diferenciadas entre hombres y mujeres en la gestión energética.

En un proceso justo de retiro del carbón, es necesario considerar la relación entre el uso del carbón como energético y los impactos sociales del cambio climático. El carbón tiene la mayor intensidad de emisiones de GEI entre los combustibles fósiles y estas emisiones son acumulativas y de larga permanencia en la atmósfera. En consecuencia, la extensión y el marco temporal que defina el proceso de retiro del carbón tendrá amplias repercusiones sobre la magnitud del calentamiento global y los riesgos climáticos que eso conlleve. Los riesgos e impactos climáticos tienen efectos globales y duraderos que afectan de forma diferente a mujeres y hombres en el presente y que tendrán una mayor severidad en el mediano y largo plazo. Estos riesgos, se expresan con mayor intensidad en las geografías de mayor exposición al riesgo y en grupos sociales en condiciones de desventaja social (IPCC, 2014). Por lo tanto, una ruta para el retiro del carbón justa es urgente para las metas de mitigación climática, y debe llevarse a cabo en consideración de su impacto sobre las poblaciones humanas en condiciones de desventaja y las generaciones futuras.

La cadena de actividades asociada al uso del carbón como energético genera empleos que benefician a grupos y regiones específicas, por ejemplo, en la minería, en el procesamiento y transporte, y en la generación de electricidad. Esta cadena de actividades también produce efectos negativos a nivel local, como la contaminación del aire y riesgos a la salud (ej., incidencia de enfermedades respiratorias en los mineros y las comunidades aledañas a las plantas eléctricas), e impactos en los ecosistemas cercanos a las minas (Shearer et al., 2020; Climate Transparency, 2019b). Por ello, el retiro del carbón tiene impactos positivos y negativos diferenciados en el ámbito local. El tipo de impactos y magnitud dependen en gran medida de las características del proceso y de las comunidades, así como de las estrategias de gestión de estos efectos. De esta manera, en una estrategia justa de retiro del carbón es indispensable la inclusión sustantiva de las comunidades y grupos locales en el diseño del proceso y la implementación de medidas que mitiguen los impactos adversos y amplíen los beneficios (Moore y Hackett, 2017).

El retiro del carbón en el marco de una transición energética justa fundamenta la aproximación analítica de este reporte. La propuesta de ruta de retiro y sustitución del carbón en la matriz eléctrica en México fue determinada con base en un presupuesto nacional y sectorial de emisiones de GEI, alineados a un escenario de calentamiento global de 1.5ºC y 2ºC. Los elementos de gestión social que deben incorporarse en el

diseño e implementación del proceso de retiro se basan en la revisión de la experiencia internacional en el área y en el estudio de caso de Coahuila.

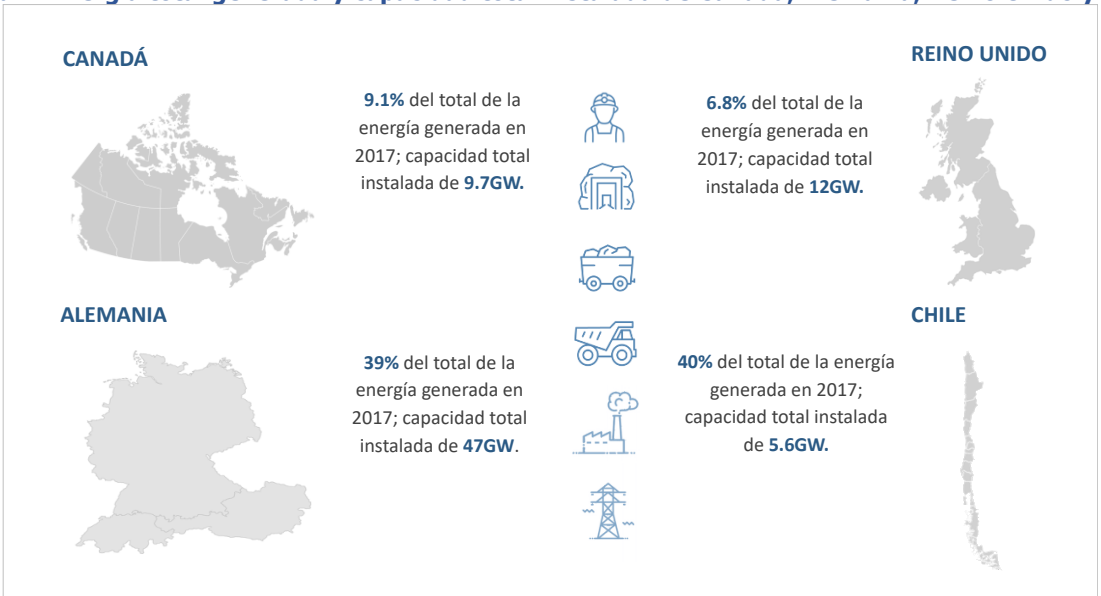
Las experiencias internacionales

En la última década, el Acuerdo de Paris y el avance en las políticas domesticas de cambio climático ha incentivado que diversos gobiernos nacionales y locales inicien procesos de retiro del carbón como energético. Las características, retos e innovaciones políticas de estos procesos son una referencia de la cual es posible informar el desarrollo de una estrategia justa de retiro en México. Las experiencias internacionales ilustran las implicaciones sociales positivas y negativas de la sustitución del carbón y han evidenciado el papel fundamental del involucramiento sustantivo de comunidades y actores sociales. Además, los principios, mecanismos de participación e instrumentos de política pública que se han desarrollado en el ámbito internacionales en materia de gestión social aportan insumos que pueden orientar el proceso de diseño político en México.

En este apartado se examina los casos de Canadá, Alemania, Reino Unido y Chile (ver, **Figura 1**). Los casos analizados tienen una importante tradición en la minería del carbón y han incluido de manera directa aspectos de participación y gestión social. También, los procesos de retiro del carbón en estas naciones tienen una amplia diversidad respecto a sus características políticas, sociales y económicas, lo cual enriquece el marco de referencia para el caso mexicano. Algunas de las principales particularidades son:

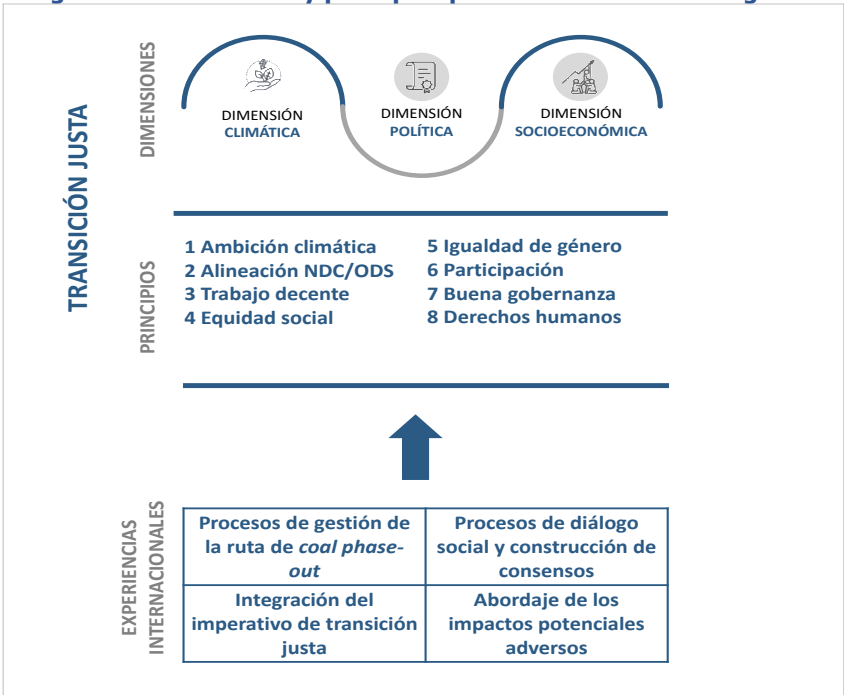
- El grado de participación del carbón en la matriz eléctrica y de relevancia de esta industria en las economías regionales y nacionales.
- Las características culturales y organizativas de las comunidades y trabajadores involucrados en la economía del carbón.
- El alcance y marco temporal de las iniciativas de retiro.
- La etapa de desarrollo de las rutas de retiro. Por ejemplo, mientras Chile se encuentra en un proceso de diseño y planeación, Alemania cuenta con un plan definido y Canadá y Reino Unido se encuentran en la fase de implementación.
- Las competencias de gobiernos nacionales y subnacionales en el sector minero y energético.
- La integración comercial de las cadenas económicas del carbón y sus marcos regulatorios (ej., Norte América, Unión Europea, Mercosur).
- La pertenencia al Sur y el Norte Global.

Figura 1. Energía total generada y capacidad total instalada de Canadá, Alemania, Reino Unido y Chile



Los estudios de caso fueron analizados con base en el marco conceptual de transición energética justa expuesta en la sección anterior. La metodología consistió en el análisis de los estudios de caso con respecto a las dimensiones y principios para una transición energética justa (ver, **Figura 2**). Finalmente, en cada uno los casos se retoman las principales cualidades y lecciones sobre la gestión social de sus procesos de retiro del carbón.

Figura 2. Dimensiones y principios para una transición energética



CANADÁ

En Canadá la electricidad generada con carbón representó el 9.1% del total de la energía generada en 2017. Actualmente, 15 plantas carboeléctricas se encuentran en operación, con una capacidad total instalada de 9.7GW.

En 2016, Canadá adoptó la decisión de eliminar gradualmente la generación de electricidad con carbón para 2030. A nivel internacional es reconocido como uno de los países que lidera los esfuerzos en torno al *coal phase-out*. En 2018, el Gobierno canadiense estableció formalmente una *Task Force (TF)* sobre transición justa para comunidades y trabajadores de la energía generada por carbón, integrada por miembros del Gobierno, del Parlamento, de los Gobiernos de las Provincias, de sindicatos de trabajadores de la industria del carbón, y de la academia. La *TF* tiene el mandato de involucrar a los trabajadores y comunidades de las provincias afectadas por el proceso de *coal phase-out*, y emitir recomendaciones al Gobierno Federal sobre qué debe ser incluido en una transición justa, y cómo estructurar una fase de análisis y consulta que tendrá lugar en los siguientes años.

La *TF* ha definido la transición justa como un proceso en el que la sociedad comparte los costos de la transición hacia una economía baja en carbono, que requiere de cooperación y colaboración entre todos los órdenes de gobierno, trabajadores, sindicatos, empleadores y comunidades. Lo anterior con el fin de identificar e implementar activamente las oportunidades que permitan desarrollar sus habilidades, asegurarles un trabajo decente, desarrollar las comunidades de manera sostenible, y mejorar la protección social.

Adicionalmente ha establecido siete principios que enmarcan el imperativo de la transición justa en el marco de los procesos de *coal phase-out*: 1. Respeto de los trabajadores, los sindicatos, las comunidades y las familias; 2. Participación de los trabajadores en cada etapa de la transición; 3. Transición hacia trabajos decentes y de calidad; 4. Comunidades saludables y sostenibles; 5. Planeación a futuro; 6. Acciones coherentes a nivel nacional, impulsadas regionalmente y desarrolladas en lo local; y 7. Apoyo inmediato y duradero.

Para cumplir con su mandato, la *TF* realizó un extenso trabajo que involucró el diálogo con trabajadores de la industria del carbón, comunidades dedicadas al carbón, grupos de interés, y gobiernos nacionales, provinciales y municipales. A lo largo de un año de trabajo llevaron a cabo visitas a 15 comunidades, celebraron más de 80 reuniones con múltiples partes interesadas, y realizaron 8 sesiones públicas. De este trabajo destaca que las personas y comunidades con las que se estableció el diálogo valoraron como positivo el carácter independiente y objetivo del *TF*, y enfatizaron la necesidad de que se continuaran los procesos de diálogo antes de que las decisiones sean tomadas y las acciones sean implementadas.

En 2019, el *Task Force* publicó un reporte muy amplio con los resultados de su trabajo, y emitieron recomendaciones específicas para asegurar una transición justa, que pueden clasificarse en torno a tres grandes temas: recomendaciones relativas a la realización de los principios de transición justa, recomendaciones relativas al derecho al trabajo, y recomendaciones relativas a la adecuada atención de comunidades afectadas.

Recomendaciones relativas a la adopción del imperativo de transición justa

- Integrar los principios de transición justa en los procesos legislativos, regulatorios y de planeación para asegurar acciones continuas y concretas en todo el proceso de *coal phase-out*.
- Desarrollar, comunicar, implementar, monitorear, evaluar y reportar públicamente el plan de transición justa.
- Incluir disposiciones sobre transición justa en la legislación federal y en la regulación ambiental y laboral, así como en acuerdos intergubernamentales relevantes.
- Establecer un fondo de investigación específico de largo plazo, para estudiar el impacto de la eliminación del carbón y de la transición hacia una economía baja en carbono.

Recomendaciones relativas al derecho al trabajo

- Proporcionar a los trabajadores una ruta de retiro, mediante la creación de programas de pensiones para trabajadores que se jubilarán antes de lo previsto debido al proceso de *coal phase-out*.
- Asegurar la transición hacia empleos sostenibles, a través de la creación de un programa integral de financiamiento para que los trabajadores permanezcan en el mercado laboral, a fin de considerar sus necesidades, asegurar nuevas fuentes de

empleo, apoyar el ingreso, y promover la educación y construcción de capacidades y habilidades.

- Crear un inventario detallado y disponible al público con información sobre el mercado laboral relacionada con los trabajadores del carbón, que incluya perfiles de habilidades, datos demográficos, ubicaciones, y empleadores actuales y potenciales.

Recomendaciones relativas a la adecuada atención de comunidades afectadas

Asegurar la disponibilidad de apoyos a nivel local, mediante el financiamiento, establecimiento y operación de centros de transición localmente manejados en las comunidades afectadas.
Invertir en infraestructura comunitaria, a través de acciones que permitan Identificar, priorizar y financiar proyectos de infraestructura local en comunidades afectadas.
Financiar la planeación comunitaria, colaboración, diversificación y estabilización, mediante el establecimiento de un programa exclusivo de financiamiento de transición justa para comunidades afectadas, que sea integral, inclusivo y flexible.
Reunirse directamente con comunidades afectadas para conocer sus prioridades locales y vincularlas con programas federales que puedan apoyar sus objetivos.

La experiencia canadiense resulta innovadora en la integración de la justicia como imperativo de la transición. El examen de la experiencia y la ruta que se está trazando para el *coal phase-out* descansa fuertemente sobre principios que reconocen las afectaciones desproporcionadas que pueden experimentar las comunidades mineras. Destaca también el énfasis que se da a las cuestiones relativas al género y a la situación de los hogares. Si bien, como señala la *TF*, los hombres serán particularmente afectados por la pérdida de empleos, es necesario tomar en consideración la situación de las mujeres. En la industria de la minería del carbón las mujeres suelen estar subrepresentadas, y aquellas con empleos en esta industria fundamentalmente se ubican en posiciones relacionadas con recursos humanos, finanzas y roles de soporte, y pocas veces tienen trabajos técnicos. En ese sentido, resulta necesario contar con análisis detallados de cómo participan las mujeres en la fuerza laboral de la industria minera del carbón, para poder implementar medidas específicas con perspectiva de género.

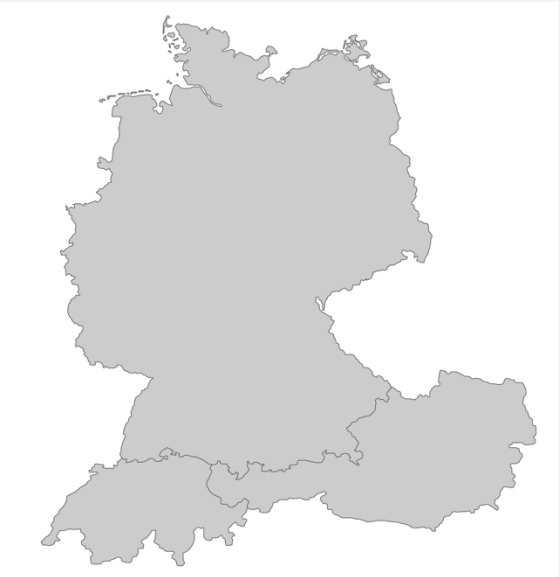
Otro elemento central destacado en el proceso de consulta que realizó la *Task Force* en Canadá tiene que ver con los impactos diferenciados por hogar. En efecto, la pérdida de empleo tiene mayores consecuencias en las familias donde la o el trabajador es la única persona proveedora en el hogar. A lo anterior deben agregarse consideraciones de salud mental, toda vez que deben abordarse adecuadamente los efectos que podrían derivarse

de periodos de desempleo prolongados, el impacto que podría generar que las alternativas de empleo se encuentren lejos del lugar habitual de residencia, y la forma en la que estos fenómenos pueden afectar no solo el bienestar de las y los trabajadores, sino también de las familias, destacadamente el caso de las y los niños.

La experiencia canadiense arroja lecciones valiosas sobre la gestión adecuada de un proceso de retiro del carbón de la matriz energética.

Creación de cuerpos *ad hoc*, con representatividad de distintas partes interesadas, con un mandato específico en materia de transición justa.
Adopción de procesos sistemáticos y continuos de análisis sobre los impactos potenciales adversos del proceso de transición.
Involucramiento temprano de las partes interesadas en el proceso de adopción de decisiones asociados al proceso de transición.
Enfoque centrado en las necesidades, visiones y aspiraciones de los trabajadores de la industria del carbón y las comunidades carboníferas.
Consideración de impactos desproporcionados por la pérdida de empleo en el caso de las mujeres, y efectos sobre el bienestar de los hogares y las familias.

ALEMANIA



Alemania cuenta con una capacidad total instalada para la generación de electricidad con carbón de 47GW, y con una capacidad de 3GW actualmente planificada o en construcción. La generación de electricidad con carbón representó el 39% del total de la generación de energía eléctrica en 2017, observando una tendencia de reducción del 12% en el periodo 2012-2017. Alemania se destaca por ser el mayor productor de lignito, y el mayor importador de carbón negro, en la Unión Europea.

En 2018, Alemania reforzó sus compromisos de reducción de emisiones, agregando compromisos adicionales al *Climate Protection Plan 2050* y al *Action Programme Climate Protection*, en lo relativo al proceso de *coal phase out*, y a las medidas para profundizar la transición estructural a nivel regional. Ese mismo año el Gobierno Federal designó la creación, mediante resolución, de la "Comisión sobre Crecimiento, Cambio Estructural y Empleo", conocida como la Coalición del Carbón.

La Comisión tiene como mandato general definir la ruta para el proceso de *coal phase-out*, y tiene un programa de acción en seis áreas:

- Establecimiento de una perspectiva concreta para nuevos trabajos con garantía de futuro en las regiones afectadas, a través de la cooperación entre el Gobierno Federal, los Estados federales, las municipalidades y los actores económicos.
- Desarrollo de una combinación de instrumentos de política que unan el desarrollo económico, el cambio estructural, la aceptación social, la cohesión social y la acción climática, y al mismo tiempo, establecer perspectivas para una producción regional sostenible de energía como parte de la transición energética.
- Realización de inversiones necesarias en las regiones y en los sectores económicos afectados por el cambio estructural, para lo cual, deben desplegarse instrumentos federales existentes e instrumentos de apoyo de la Unión Europea en las regiones afectadas, de manera efectiva, específica y prioritaria. Para ello también se implementará un fondo de cambio estructural integrado primordialmente por recursos federales.
- Medidas para garantizar que el sector energético se encuentre en un curso confiable para alcanzar sus metas al 2030, que incluyen la realización de una evaluación de impacto integral (reducción de 61 a 62% en comparación con los niveles de 1990).
- Desarrollo de un plan paso por paso para la reducción y terminación de la generación con carbón, incluyendo una fecha de término y medidas de soporte necesarias en la dimensión legal, económica, social y de política pública.

La Coalición está integrada por 31 personas, representantes de la industria, científicos, sindicatos, organizaciones no gubernamentales ambientalistas, y autoridades de las regiones. Cuenta también con la participación de representantes de los Estados Federales y de representantes del Parlamento alemán (con derecho de voz, pero no de voto). Para la elaboración de su reporte final, publicado en enero de 2019, la Comisión llevó a cabo consultas con expertos técnicos, visitas de trabajo a las regiones carboníferas, y reuniones con representantes de autoridades federales y municipales, compañías regionales, ciudadanos e iglesias.

En dicho reporte, además de recomendaciones específicas, la Comisión propuso principios para la estrategia de desarrollo estructural. La premisa es que el retiro prematuro del carbón, motivado por consideraciones de la política climática va a tener un efecto en la creación de valor de la economía del país, y que los efectos se experimentan de manera más directa en el nivel regional. De ahí que la estrategia solo sea viable y socialmente aceptable sobre la base del desarrollo regional.

La meta de la estrategia de transición estructurar debe ser la de crear regiones atractivas con un alto nivel de dinamismo económico, trabajos de alta calidad, y poder de innovación que ofrezcan perspectivas futuras claras para las personas en las regiones.

El periodo para un desarrollo estructural exitoso requiere de marcos confiables y procesos de monitoreo de largo plazo. En este sentido deben identificarse adecuadamente las medidas iniciales y de corto plazo, y las alianzas de largo plazo que deben trascender incluso la materialización de los cierres de las plantas, incluyendo que los programas de subsidio deben estar diseñados para durar varias décadas. Asegurar un control efectivo y mecanismos de coordinación mediante su institucionalización, con claridad respecto de las responsabilidades de las regiones, y el impulso de fuertes estructuras organizacionales regionales para la planeación, implementación y monitoreo de los procesos, incluyendo los procesos de vinculación con las partes interesadas.

La Coalición recomendó un horizonte temporal para el proceso de *coal phase out* hacia el 2035, y no más allá de 2038. El conjunto de recomendaciones emitidas por la Comisión se orientó en dos ejes: medidas para el sector energético, y medidas para abordar los trabajos existentes, trabajos nuevos, y trabajos con garantía de futuro.

Recomendaciones relativas a medidas para el sector energético

Para el sector energético la Comisión propuso medidas concretas sobre protección climática; mercado energético y precios de la electricidad; confiabilidad de la oferta; redes, almacenamiento y potencial de innovación; creación de valor y empleo; tratamiento de remediación para los complejos mineros.

Entre ellas destacan:

- Asegurar una reducción gradual, con un enfoque procesal de *paso a paso*.
- Asegurar la expansión de la energía renovable a 65% para 2030
- Cancelación de certificados de CO_2 en el sistema de comercio de emisiones europeo

- Desarrollo y apoyo continuado para sistemas combinados CHP y aprobación expedita de nuevas estaciones de gas
- Compensación para consumidores de electricidad
- Consolidación de la compensación de precios de electricidad en el sistema de comercio de emisiones
- Mayor desarrollo de confiabilidad en el monitoreo del suministro
- Examinación de un marco sistemático de inversión
- Reemplazo adecuado para plantas de carbón desde la capacidad reservada en la red
- Modernización y mejor uso de las redes eléctricas mediante su optimización, expansión y actividades de mercado
- Revisión del sistema de precios y cargos en el sector energético
- Examinación de la introducción de precios basados en CO2 para dirigir a los sectores, incluso fuera del sistema de comercio de emisiones de la Unión Europea
- Acuerdos socialmente responsables para la reducción y terminación de la generación de electricidad con carbón
- Desarrollo de las áreas mineras afectadas como regiones energéticas equipadas para el futuro
- Asegurar fondos para la remediación segura de minas abiertas y cerradas

Respecto de las medidas relativas a los efectos adversos en comunidades y trabajadores, la Comisión destacó como esencial su prevención a través de una serie de medidas, que eviten la configuración de desventajas sociales y económicas.

Entre las medidas destinadas para tender tanto a los empleados de las minas de carbón, como a los empleados de las centrales carboeléctricas, la Comisión sugirió que se promueva la creación de prospectos viables para su desarrollo laboral y, que dependiendo de la situación personal de los trabajadores, se asegure la celebración de acuerdos colectivos para su colocación en espacios de trabajo, la compensación de salarios bajos, la realización de procesos de mentoría, entrenamiento y capacitación, la compensación por pérdidas financieras, los retiros anticipados, la asistencia para la obtención de beneficios ajustados, y la compensación por las deducciones de pensiones.

Respecto de las medidas para abordar la transformación de las regiones mineras afectadas en regiones energéticas equipadas para el futuro, la Comisión recomendó asegurar que las regiones cuenten con una competencia tecnológica y capacidad de innovación, y que se subsidie ampliamente el uso de energías renovables e hidrógeno verde como futuras tecnologías en las regiones afectadas.

Recomendaciones relativas a medidas sobre empleo

Ahora bien, respecto de las medidas sobre empleos existentes, empleos nuevos y empleos con garantía de futuro, la Comisión emitió recomendaciones para cada una de las regiones mineras del país, y medidas a nivel federal. Ello en virtud del enfoque de transición estructural que implica el reconocimiento del potencial de las regiones, las experiencias pasadas de transición en las regiones mineras, y los resultados de la línea de base que construyó la Comisión para cada región. La Comisión recuperó los esfuerzos ya iniciados en las regiones que han avanzado en el cierre de minas, particularmente respecto del potencial de nuevas industrias y actividades económicas, y las propuestas que actualmente se están desarrollando.

En la región minera de Lausitz, por ejemplo, la compañía minera de carbón más importante cuenta con un estimado de 8,000 empleados directos, y se estiman 16,000 empleos indirectos asociados a las industrias minera y energética. La región cuenta también con potencial en la producción industrial metalúrgica, química y manufactura. La Comisión ha recomendado por ejemplo la adopción de una estrategia de clústeres en energía, movilidad, bio-economía, turismo, e inteligencia artificial. Para la región de Rhineland, caracterizada por un número significativo de industrias que no serán viables sin una oferta competitiva de energía y gas, y en la que se estiman aproximadamente 9,000 empleos en la minería del carbón, y 18,000 empleos indirectos, la Comisión recomendó por ejemplo la creación de un sistema de gestión de energía regional con proyectos para PYMES y el establecimiento de un campus de tecnología baja en carbono para industrias que usan intensivamente la energía. Respecto de esta región, la Comisión recomendó también la extensión de universidad y la creación de *hubs* de innovación para desarrollar una cultura de emprendimientos, así como el establecimiento de nuevos sistemas de creación de valor en bioeconomía.

Una recomendación central de la Comisión se refiere a la asignación de recursos y fondos apropiados. El reporte final emitido en 2019 estimó en 21 mil millones de euros el costo de una eliminación ordenada y socialmente responsable del carbón en el periodo 2009-2019. En el mismo reporte señaló que deben destinarse 40 mil millones de euros a los estados con actividad intensiva en la minería del carbón, para compensar y reentrenar a los trabajadores mineros, y para reducir la carga financiera de los consumidores finales y la industria.

La experiencia alemana muestra que no se ha estructura una visión que no menciona explícitamente el imperativo de transición justa. Sin embargo, es posible señalar algunas lecciones valiosas para una gestión adecuada de un proceso de retiro del carbón de la matriz energética.

1. Creación de órganos formales e institucionalizados, con representatividad de distintas partes interesadas, con mandato específico para emitir recomendaciones sobre la construcción de una ruta de *coal phase-out.*
2. Realización de análisis detallados a nivel regional y construcción de una línea de base para los procesos de cambio estructural.
3. Enfoque centrado en el potencial y perspectivas de futuro para las regiones, incluyendo la creación de agencias y órganos locales y regionales a cargo de la gestión de la ruta de salida y retiro del carbón.
4. Estimaciones detalladas sobre el financiamiento necesario para llevar a cabo un proceso de largo plazo, que compense efectivamente la distribución de las cargas del proceso de cambio estructural.

REINO UNIDO

Reino Unido cuenta con una capacidad instalada para la generación de electricidad con carbón de 12GW, y no existe ningún plan de instalar capacidad adicional. En 2017, la generación de electricidad con carbón representó el 6.8% respecto de la generación total de energía eléctrica. En el periodo 2012-2017, Reino Unido tuvo un declive absoluto de 76%. Internacionalmente, Reino Unido es reconocido globalmente como uno de los países más exitosos en su proceso de retiro de las carboeléctricas de su matriz energética.

En 2015, el Reino Unido estableció un compromiso para la eliminación gradual del carbón en la generación de energía eléctrica, con un horizonte temporal hacia el 2024. Para 2018, 13 de las 21 centrales carboeléctricas

en el país habían cerrado completamente, y 4 habían sido sujetas a un proceso de conversión a biomasa.

Diversos estudios coinciden al señalar que el declive del uso del carbón en Reino Unido se explica fundamentalmente por efectos de mercado en combinación con la entrada en vigor de regulaciones ambientales (Directiva sobre emisiones industriales, y Directiva sobre grandes instalaciones de combustión). Incluso señalan que los elementos no fueron necesariamente planificados, y en los análisis sobre el caso se debate la falta de consideración respecto de las implicaciones más amplias en términos de trabajos, el futuro de las comunidades, e incluso en los significados sociales y culturales.

Littlecott, Burrows & Skillings (2018) señalan que el gobierno del Reino Unido ha tenido una participación limitada en el abordaje de impactos locales derivados de los procesos de cierre de las centrales carboeléctricas. Los autores señalan que se han desplegado medidas para apoyar a los municipios con el impacto registrado en los ingresos fiscales locales, y que se han realizado algunas acciones para renovar la economía regional. Destacan, sin embargo, que los temas asociados al empleo son gestionados por los operadores de las centrales, quienes han instrumentado medidas en torno a paquetes de jubilación, capacitación de los trabajadores y redistribución de la persona en otros roles dentro de la empresa.

En 2016, el gobierno de Reino Unido inició un proceso de evaluación de impacto y una consulta en línea, con el objeto de recibir retroalimentación de las partes interesadas sobre propuestas para poner en acción el proceso de eliminación del carbón de la matriz energética. La consulta se llevó a cabo de noviembre de 2016 a febrero de 2017, fue liderada por el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial, y para su realización, el gobierno puso a disposición del público dos documentos que contenían alternativas para la ruta hacia un futuro bajo en carbón en cuatro temáticas principales:

- Posibles enfoques para establecer obligaciones a partir de 2025 en plantas que no hubieran sido cerradas;
- Cómo podría limitarse la generación a partir de carbón antes de 2025 y evaluar sus impactos;
- Necesidad de establecer medidas para suspender las obligaciones propuestas en carbón en el contexto de las preocupaciones sobre la seguridad del suministro; y
- Los impactos más amplios de las propuestas. Respecto de cada una de ellas se establecieron preguntas para los interesados en participar.

Conforme a los documentos oficiales publicados, el propósito general es asegurar que el cierre de las centrales carboeléctricas existentes tenga lugar considerando que se minimicen los impactos en el sistema eléctrico, que provea de certidumbre a los

inversores, a fin de habilitarlos para que lleven a cabo inversiones en alternativas bajas en carbono en tiempo adecuado para reemplazar su capacidad perdida. Respecto de la temática a consulta relacionada con los impactos más amplios del cierre de las plantas generadoras de electricidad, el gobierno señaló los siguientes elementos:

- Se reconoce que el cierre puede producir implicaciones amplias para la economía;
- El cierre de las centrales puede tener impactos significativos en las comunidades, considerando que cada central emplea entre 100 y 500 personas directamente;
- Los empleos asociados a la producción del carbón a lo largo de toda la cadena pueden ser impactados, para lo cual el gobierno puede trabajar con aliados locales para apoyar que la fuerza laboral cuente con nuevos empleos y se lleven a cabo reentrenamientos cuando sea necesario; y Los sitios donde se ubican las centrales pueden ser desarrollados para otros usos, incluyendo infraestructura energética.

El objetivo central de la evaluación fue analizar los impactos de política propuesta de cierre en lo que respecta a la reducción de emisiones, el aseguramiento de la seguridad en la oferta de la energía, y al incremento de ganancias en nuevas plantas de gas. Por ello de manera general concluye que no habrá impactos distributivos, y que los impactos en las facturas eléctricas para los hogares serán mínimas, y que los beneficios sociales son positivos pues sólo se refiere la mejora de la calidad del aire.

Al cierre de la consulta se habían recibido 5,949 respuestas de individuos, empresas, sindicatos, organizaciones no gubernamentales y otras organizaciones. La revisión de los comentarios de las personas que participaron en la consulta, en lo relativo a los impactos más amplios muestran una preocupación creciente precisamente en lo que se refiere a las afectaciones en los empleos y en las comunidades. Sobre ello, el gobierno expresó que esto quedaba fuera del alcance de la consulta.

El caso de Escocia

A fin de ampliar la visión sobre el caso de Reino Unido conviene señalar algunos elementos sobre el caso del Gobierno de Escocia. En 2016, Escocia cerró Longannet, la última planta de carbón después de 46 años de operación, y la más grande en toda Europa. Dos años más tarde, el gobierno escocés estableció la Comisión de Transición Justa, una comisión encargada de asesorar a los ministerios escoceses sobre cómo los principios de transición justa deben ser aplicados en la acción climática. La Comisión va a publicar recomendaciones específicas a principios de 2021, pero recientemente ha publicado un reporte intermedio de sus actividades, del que es posible destacar algunos elementos relevantes.

En primer lugar, la Comisión señala que es necesario que el gobierno cuente con planes de transición claros, desarrollados para sectores individuales, que trasciendan la visión centrada en la reducción de emisiones y que, en cambio, también aborden una visión estratégica nacional y un plan de cómo las oportunidades y retos de la descarbonización serán gestionados. Los planes, de acuerdo con la Comisión, tienen la ventaja de establecer un marco para el involucramiento y empoderamiento de las comunidades, los consumidores y las empresas.

La Comisión ha enfatizado que sus recomendaciones abordarán la participación de la sociedad. Reconocen que es necesario promover un diálogo proactivo con los grupos que serán afectados por la transición, en formas diferentes y en plazos de tiempo distintos. Al reconocer la importancia de este tema, la Comisión destaca precisamente el caso del cierre de Longannet como un ejemplo de una incorrecta gestión y de falta de construcción de consensos. Los grandes cambios estructurales tienen impactos en las comunidades y en la cohesión regional; en el caso del cierre de la industria de la minería del carbón muestra, a su juicio, un claro ejemplo de lo que sucede cuando no se toman en consideración las necesidades y preocupaciones de las familias y las comunidades. Incluso apuntalan que los legados de una transición gestionada inadecuadamente siguen expresándose en el territorio.

La Comisión de Transición Justa ha adelantado algunas oportunidades para adoptar medidas en el corto plazo. Destacan las siguientes:

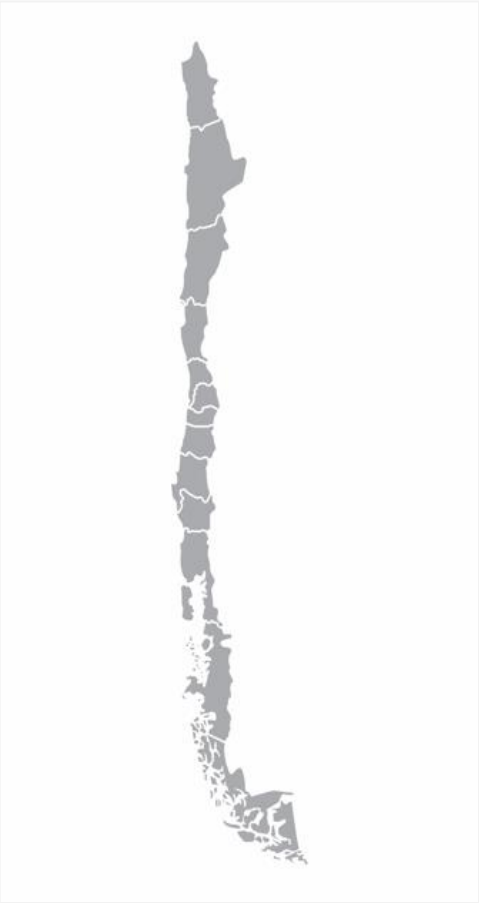
- Asegurar que el trabajo justo se promueva en todos los programas de acción climática, con énfasis en la inversión en entrenamientos y capacitación, el involucramiento de sindicatos, adoptar medidas para reducir la brecha salarial de género.
- Iniciar la planeación para una infraestructura inclusiva y baja en carbono de forma inmediata.
- Mejorar los modelos y la investigación para comprender la transición, en particular, investigación sobre el número de trabajos que pueden generarse de la inversión en una economía cero emisiones.
- Mejorar y ampliar la comprensión sobre el alcance del reto que implica la transición justa, en particular para contar con un mapeo detallado de las trabajos y habilidades en las industrias existentes y emergentes, para mejorar el diseño de los planes de transición.

Ampliar la investigación sobre los costos y beneficios de una transición a una economía cero emisiones, particularmente en cómo estos son compartidos entre los consumidos, las empresas y el sector público, toda vez que esto es clave para lograr la equidad en la transición.

Si bien la experiencia de Reino Unido es un ejemplo claro de cómo distintas decisiones regulatorias y de mercado pueden favorecer el aceleramiento de las rutas de *coal phase-out*, existen algunas lecciones que pueden ser referente para México:

1. Realización de evaluaciones de impacto centrados en el análisis de costos y beneficios del proceso de retiro de las centrales carboeléctricas, con énfasis en los efectos distributivos en distintos sectores, actores y regiones.
2. En el caso de Escocia, el establecimiento de órganos asesores ad hoc, integrados representativamente por distintos sectores, que provean de asesoría técnica en lo relativo a los procesos de transición justa; y la adopción de una visión institucionalizada, reflejada en los instrumentos que enmarcan los compromisos de acción climática, que integre el imperativo de transición justa.

CHILE



Chile cuenta con una capacidad instalada de generación con carbón de 5.6GW, distribuida en 28 centrales. En 2017, la generación con carbón representó el 40% de la generación total.

Las centrales son relativamente nuevas pues fueron construidas hace una década. Dichas centrales emplean a 4,100 personas de forma directa e indirecta, y se estiman hasta 1,500 empleos indirectos temporales en las comunidades donde se ubican las centrales de carbón. En 2018, el gobierno de Chile anunció su plan de cierre gradual de las centrales de carbón, fijando como fecha final 2040. Dicho compromiso fue establecido en la Ruta Energética 2018-2022, al que denominó Plan de Descarbonización.

Conforme al anuncio se iniciaría con las 8 plantas más antiguas, situadas en Iquique, Coronel, Tocopilla y Puchuncaví. En 2019 se concretó el cierre de dos de las plantas ubicadas en Tocopilla, que contaban con una capacidad de generación de 170MW.

Las empresas que operan las centrales más modernas han fijado también ya horizontes temporales de salida. La empresa Engie, por ejemplo, anunció que en 2021 se cerrarán las dos plantas restantes de Tocopilla, que tiene una capacidad de 270MW, y dos unidades más ubicadas en Mejillones, que tienen una capacidad instalada de 334 MW. Las otras empresas operadoras de las centrales, AES Gener, Colbún y Enel, establecieron también fechas en línea con el compromiso establecido con el Gobierno chileno.

En todos los casos, los compromisos de las empresas fueron establecidos en un Acuerdo suscrito con el Ministerio de Energía, tras un periodo de trabajo en Mesas, que se realizaron de junio de 2018 a enero de 2019, y que tuvieron como objetivo realizar un análisis para establecer un cronograma y condiciones para el cierre programado y gradual de la operación de las centrales que no contaban con sistemas de captura y almacenamiento de carbono.

Los Acuerdos suscritos con las empresas establecen que el compromiso de las empresas de integrar mesas de trabajo con el Ministerio de Energía para analizar las condiciones del Sistema Eléctrico Nacional, el marco legal, los efectos sociales y efectos en el empleo del retiro y desconexión de las plantas, y las condiciones de suficiencia del sistema. Además, destaca un elemento interesante, pues corresponderá a las empresas realizar los estudios respecto del impacto social, la situación local e individual de cada empresa, con el propósito de que en las mesas de trabajo se definan los calendarios precisos.

En las distintas sesiones de trabajo de las Mesas que se llevaron a cabo participaron tanto las autoridades del gobierno central, como de los gobiernos departamentales, representantes de las empresas, así como integrantes de organizaciones no gubernamentales, organizaciones regionales e internacionales, instituciones de la cooperación internacional, y representantes de la banca de desarrollo.
En el contexto de dichas mesas se presentaron diversos estudios: estudio de impacto en el sistema eléctrico, estudio sobre lecciones aprendidas de la eliminación gradual del carbón en Reino Unido; estudio sobre alternativas tecnológicas; y estudio sobre variables ambientales y sociales, que fueron contratados por el Ministerio de Energía mediante procesos licitatorios. Además, fueron presentados estudios sobre el impacto laboral y macroeconómico, elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo.

Respecto de este último, destaca por ejemplo que hasta 4 mil empleos directos y 9,000 indirectos serán desplazados en las centrales eléctricas a lo largo de todo el proceso de cierre. Al respecto, para 2030 han estimado que entre 11 y 24% de los trabajadores habrán cumplido la edad de jubilación.

En términos de los impactos al empleo, las mesas de trabajo concluyeron que es necesario un estudio específico para abordar el impacto laboral en el nivel local. También concluyeron que se debe realizar un análisis de los recursos con los que cuenta la comunidad, para poder trabajar una estrategia, y que será necesario el acompañamiento en todo el proceso para la reinserción y la reconversión laboral.

El estudio sobre impactos ambientales y sociales que deben abordarse para un potencial cierre o reconversión programa y gradual de las centrales eléctricas identificó un conjunto de recomendaciones para el Gobierno de Chile:

- Es preciso considerar los grupos de interés relacionados directa e indirectamente con las centrales de carbón, en la medida que estas forman parte de un sistema sociotécnico. Los grupos de interés son aquellos que tienen un efecto directo o indirecto en la generación energía, reciben un beneficio directo o indirecto de la generación de una central, y poseen un interés significativo y legítimo en la generación de energía de una central.
- Se debe considerar que el cronograma de cierre implicará que algunas centrales en el mismo territorio cierren, mientras otras continúen actividades por un periodo considerable de tiempo.
- Resulta necesario considerar que podrían ser requeridos nuevas regulaciones ambientales para operar los procesos de cierre de las centrales de generación.
- Para todo el proceso de cierre debe considerarse impulsar procesos de comunicación con suficiente antelación con las comunidades, realizar una definición temprana de metas y propósitos para el sitio, considerando los plazos y procesos para proceder con remediaciones ambientales en los sitios cuando sea necesario.
- Es necesario involucrar a grupos multiactor para realizar una identificación de los usos posibles del sitio, emplear procesos abiertos para el diálogo sobre las alternativas de desarrollo y favorecer el rol activo de las autoridades locales para que los nuevos proyectos sean coherentes con la visión del desarrollo del territorio.

Respecto del Plan de Descarbonización, diversas organizaciones ambientales en Chile han señalado la necesidad de propiciar la participación amplia de las comunidades afectadas, para las que han acuñado el término "zonas de sacrificio". Resulta importante destacar que las organizaciones han hecho un llamado importante a considerar los impactos ambientales y a la salud que han experimentado en el pasado las comunidades ubicadas en las zonas de influencia de las centrales de carbón, pues la atención de los legados negativos de la industria constituye un elemento que debe ser abordado en el proceso de descarbonización.

Adicionalmente han hecho un llamado para llevar a cabo procesos de participación ciudadana significativos en las regiones que serán principalmente afectadas, para lo cual, han reiterado en diversas ocasiones el llamado a que el gobierno de Chile ratifique el Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y la Justicia Ambiental (Acuerdo de Escazú).

El caso chileno ofrece lecciones de referencia para México, particularmente por encontrarse en los momentos iniciales de planeación de la ruta de *coal phase-out*.

1. Realización de diversos estudios que permitan abordar los impactos sociales y ambientales de una ruta gradual de retiro de las centrales de generación con carbón.
2. Construcción de compromisos vinculantes de origen voluntario, que implicaron un proceso negociado con las empresas operadoras de las centrales carboeléctricas.

Dado que los estudios se refieren únicamente a los impactos al empleo en el caso de los trabajadores de las centrales eléctricas, considerar la necesidad de no desvincular los impactos en las comunidades que se dedican a la producción del carbón que se emplea en las centrales eléctricas, pues esto permitiría ampliar el alcance de la valoración sobre las transformaciones en la fuerza de trabajo y otros impactos en comunidades mineras.

SECCIÓN 2:

Mitigación climática en México y el papel del retiro del carbón del sector eléctrico

El carbón y las emisiones del sector eléctrico en México

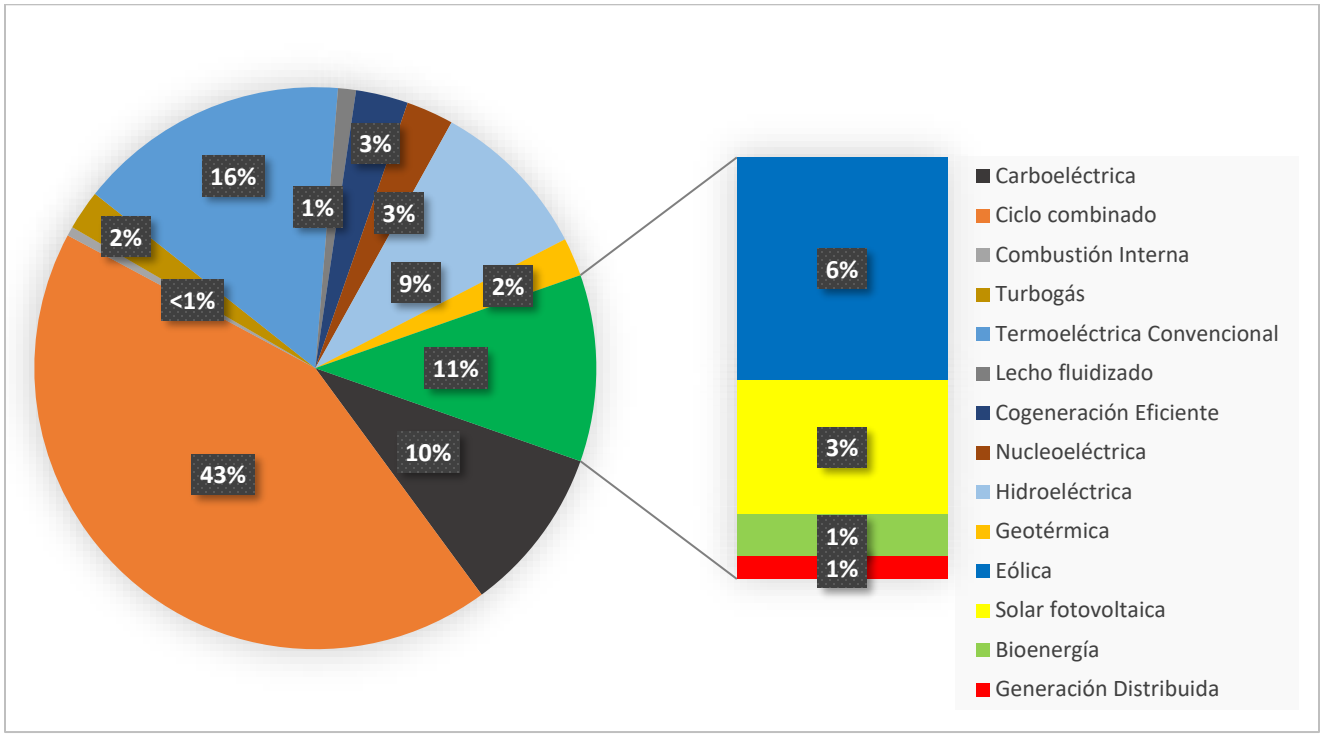
De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015, las emisiones de México se estiman en 700 millones de toneladas de CO_2 equivalente ($MtCO_2e$), de las cuales el 71.1% provienen del sector energético y 20.3% específicamente de la generación de electricidad. Entre 1990-2015, el sector eléctrico tuvo el mayor incremento en la emisión de GEI, elevándose en 117.4% con una tasa de crecimiento anual compuesta (TCMA) de 3.15%. Específicamente, la producción de electricidad basada en carbón tuvo un crecimiento en sus emisiones de 349%, pasando de $7MtCO_2e$ a 31.8 $MtCO_2e$. En este contexto, la participación relativa del carbón en las emisiones del sector eléctrico aumentó del 10.9% al 22% en ese periodo (SEMARNAT, 2018).

En México, se encuentran en operación tres centrales carboeléctricas de gran escala:

1. La planta José López Portillo, localizada en el municipio de Nava en el estado de Coahuila, está en operación desde 1982 y tiene una capacidad instalada de 1,200 MW.
2. La central de Carbón II, ubicada también en el municipio de Nava, está en funcionamiento desde 1993 y tiene una capacidad instalada de 1,400 MW.
3. La planta Plutarco Elías Calles, localizada en el municipio de La Unión en el estado de Guerrero, está en operación desde 1993 y tiene una capacidad instalada de 2,778 MW.

En 2019, estas tres centrales generaron el 10% de la electricidad en el país, ocupando la tercera posición entre las tecnologías con mayor producción en el sector (Ver, **Figura 3**).

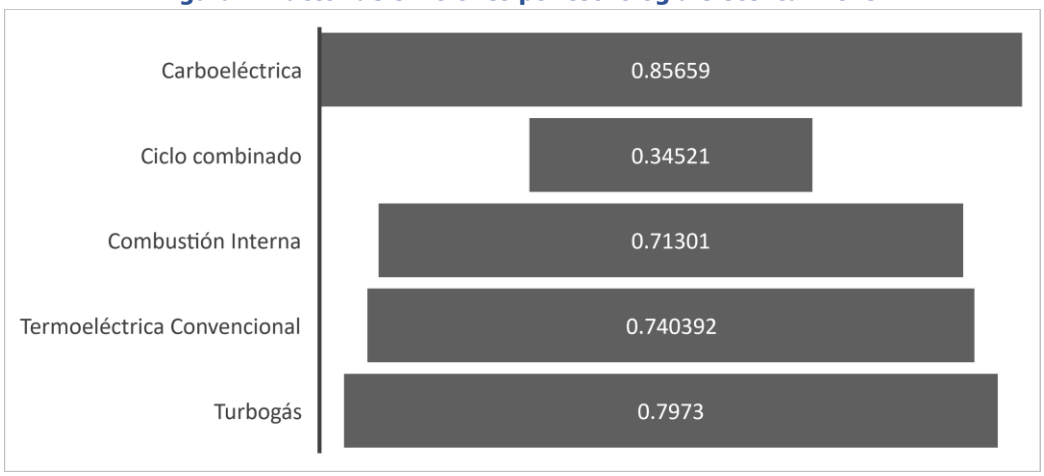
Figura 3. Generación de energía eléctrica por tipo de tecnología en 2019.



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

Las centrales carboeléctricas tienen el mayor factor de emisión de GEI entre las tecnologías de generación de gran escala (Ver, **Figura 4**), pues superan en 148% las emisiones por unidad de energía producida por una planta de ciclo combinado, e incluso 16% las emisiones de las plantas termoeléctricas tradicionales. En comparación, las emisiones de GEI para la generación de electricidad basada en fuentes de energía limpia son marginales, casi nulos.

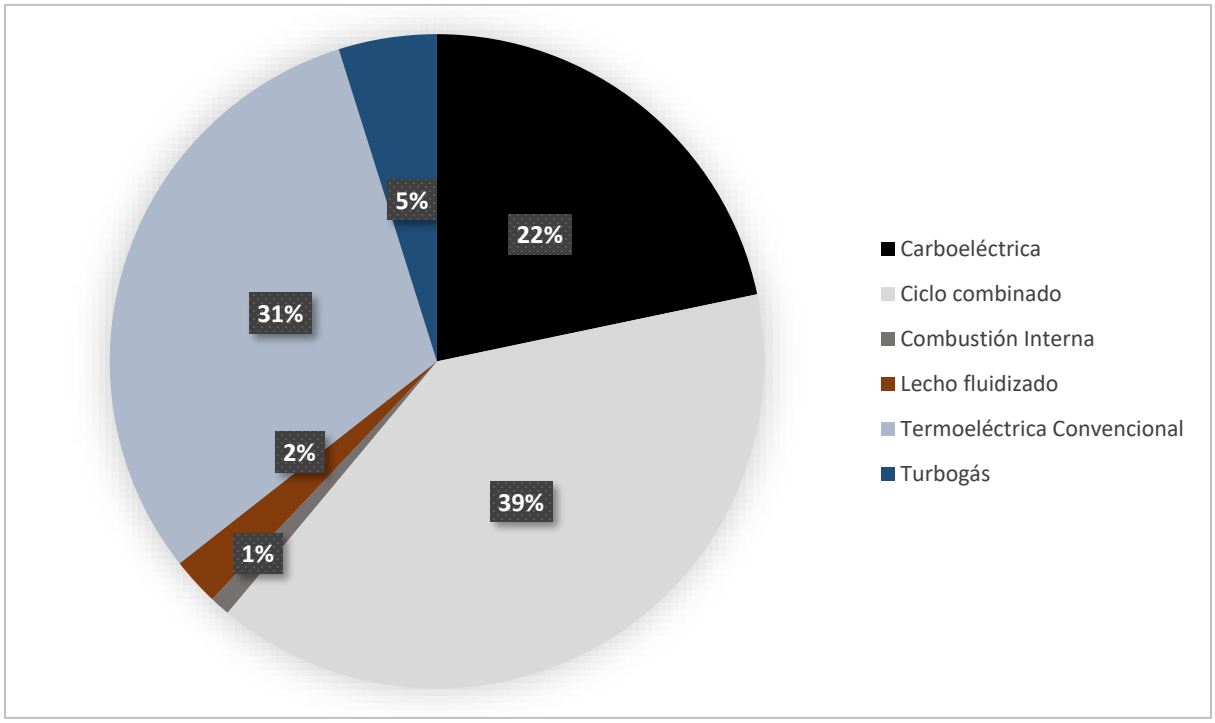
Figura 4. Factor de emisiones por tecnología eléctrica- 2019.



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

Las centrales carboeléctricas, con una generación de electricidad del 10% de la matriz 2019, fueron responsables del 22% de las emisiones de GEI del sector eléctrico (Ver, **Figura 5**). Esta generación eléctrica es similar a la generación conjunta por tecnología eólica, solar fotovoltaica, bioenergía y generación distribuida, que no producen emisiones. El volumen de emisiones de las carboeléctricas resalta incluso en comparación con otras tecnologías basadas en combustibles fósiles. Por ejemplo, aunque las carboeléctricas producen produjeron una cantidad de electricidad equivalente al 23% de la generación por ciclo combinado/gas natural, el volumen de emisiones de las plantas basadas en carbón fue equivalente al 56% de las emisiones de las carboeléctricas.

Figura 5. Volumen de emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de tecnología eléctrica en 2019.



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

La trayectoria de emisiones de GEI en México y en el sector eléctrico

Para comprender el impacto climático del uso del carbón en la generación de electricidad es necesario su contextualización en la trayectoria de emisiones de GEI de México y del sector eléctrico. En este apartado se analiza la trayectoria de las emisiones nacionales para el 2030 con respecto a las metas de limitar el cambio climático a 1.5°C y 2 °C a finales de ese siglo con respecto a los niveles preindustriales. Posteriormente, se examinan las tendencias en el desarrollo del sector eléctrico para el periodo 2019-2030, así como sus efectos en las emisiones de GEI.

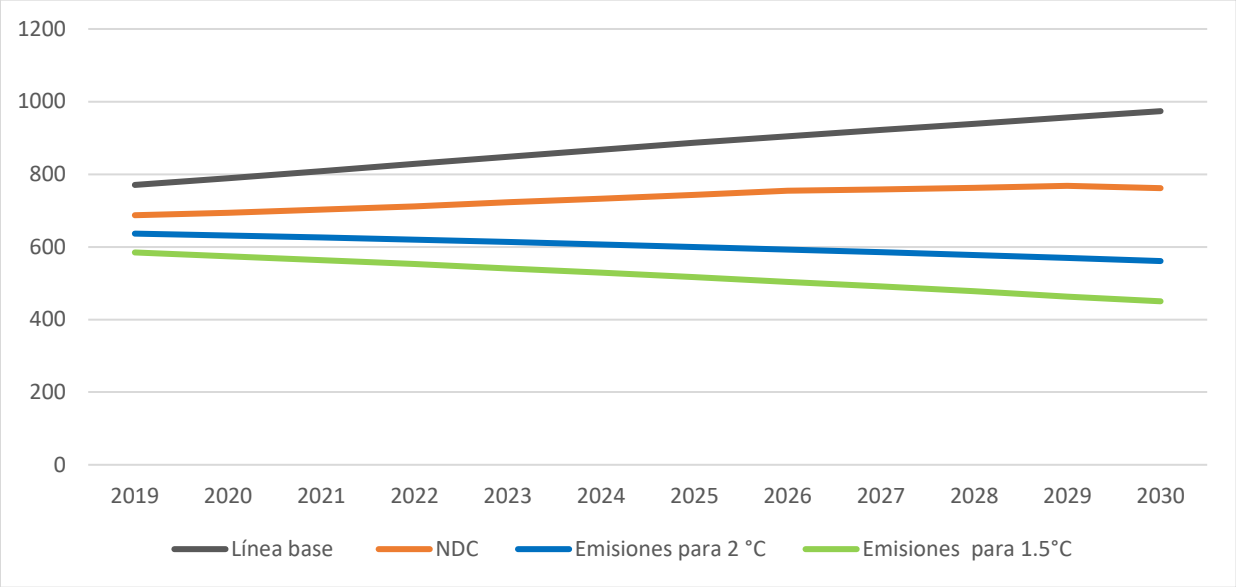
La trayectoria en las emisiones de GEI de México y el sector eléctrico es analizada con base de referencia en un modelo de Presupuesto de Carbono. La ciencia climática ha establecido la relación entre las emisiones de GEI y los cambios en el forzamiento radiativo[1], así como los efectos de estos cambios sobre la temperatura media del planeta en un momento específico en el tiempo. Los avances en esta área han permitido el desarrollo de modelos, como los presupuestos de carbono, con los que es posible estimar la cantidad total de emisiones disponibles de GEI en una serie de tiempo definida y sus impactos en el clima (IPCC, 2018). De manera general, el presupuesto que enmarca el análisis de este reporte determinó la cantidad total de GEI que las actividades humanas pueden emitir a la atmósfera para limitar el calentamiento global y estableció una meta global de emisiones para escenarios de incremento en la temperatura de 1.5ºC y 2ºC. Posteriormente, con base en las emisiones históricas, se realizó un ajuste en las emisiones iniciales por país y la trayectoria que éstas deben seguir hasta converger en la meta de emisiones. Dependiendo de la responsabilidad histórica, algunos países pueden inicialmente aumentar el nivel de emisiones, tener un proceso de convergencia menos pronunciado, o requerir de un esfuerzo amplio y consistente de mitigación (Gignac y Matthews, 2015). Como resultado de este análisis, se asignó la cantidad total de GEI que México puede emitir para alcanzar las metas de 1.5°C y 2 °C (1.39%) y la trayectoria que sus emisiones deben de seguir para converger en el objetivo de mitigación global.

El presupuesto de carbono de México, o la cantidad de emisiones permitida, para un escenario de 2 °C se estima en un total de 22,200 $MtCO_2e$ (22.2 $GtCO_2e$) para el periodo de 2019-2100 y la trayectoria de mitigación tendría que alcanzar un nivel de emisiones de 561 $MtCO_2e$ (0.561 $GtCO_2e$) para 2030 (Ver, **Figura 6**). El presupuesto de carbono

[1] El forzamiento radiativo se puede entender de manera general como la diferencia entre la radiación solar capturada en la Tierra y la irradiación que ésta emite al espacio. Esta diferencia impacta en la variación de la temperatura de la tierra. Para más información consultar IPCC (2018).

del país para el escenario de 1.5 °C es de solo 8,890 $MtCO_2e$ (8.89 $GtCO_2e$) para el periodo 2019-2100, con un nivel de emisiones de 450 $MtCO_2e$ (0.45 $GtCO_2e$) para 2030. De acuerdo con las estimaciones oficiales, en el escenario tendencial, es decir sin políticas efectivas de mitigación, México emitiría 974 $GtCO_2e$ para 2030, lo cual superaría en 74% el nivel de emisiones para el escenario de 2°C y 116% los niveles para 1.5 °C. La NDC de México estableció el compromiso no condicionado de reducir 22% las emisiones de GEI para el 2030 con respecto a las emisiones tendenciales. Este compromiso de mitigación (de 973 a 762 $MtCO_2e$) implica un aumento real en el nivel de emisiones de 15% con respecto a las 665 $MtCO_2e$ emitidas en 2013- año base de los NDC de México. En caso de cumplimiento de los NDC, las emisiones nacionales de GEI para 2030 superarían en 36% los niveles requeridos para 2 °C y 69% para 1.5 °C.

Figura 6. Comparativa entre distintos escenarios de trayectoria de emisiones de GEI a nivel país para el periodo 2019-2030 ($MtCO_2$).

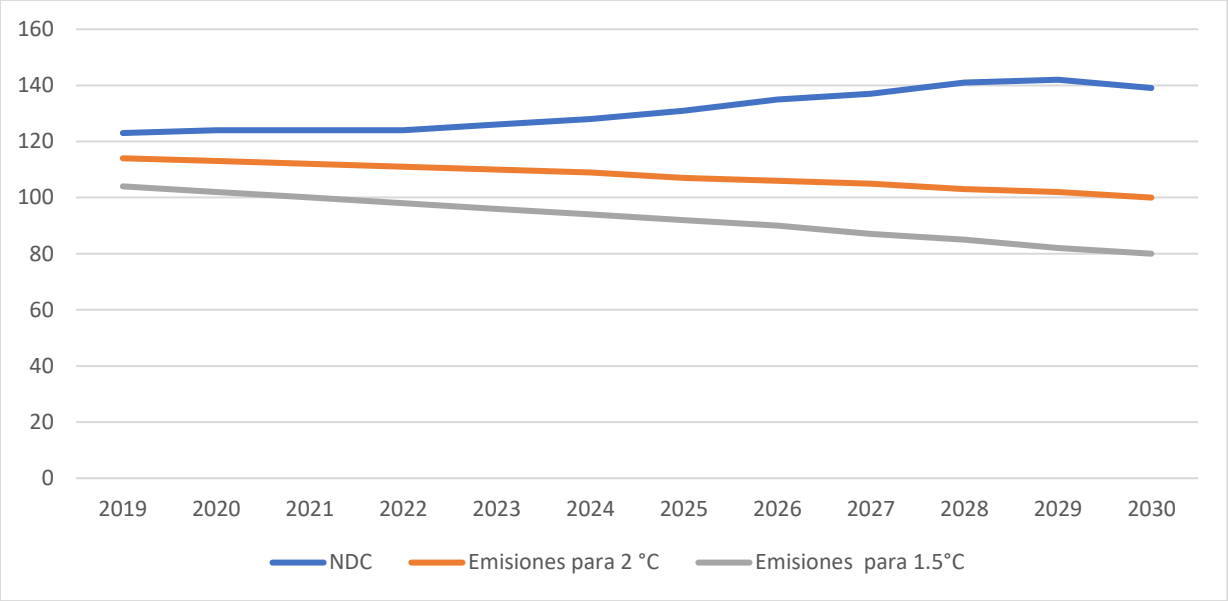


Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

El presupuesto de carbono del sector eléctrico en México para un escenario de 2°C se estima en un total de 3,900 $MtCO_2e$ (3.9 $GtCO_2e$) para el periodo 2019-2100, la mitigación en este sector tendría que alcanzar un nivel de emisiones de 100 $MtCO_2e$ (0.1 $GtCO_2e$) para el 2030 (Ver, **Figura 7**) (GIZ e ICM, 2019). El presupuesto de carbono para este sector en el escenario de 1.5 °C es de solo 1,600 $MtCO_2e$ (1.6 $GtCO_2e$) para el periodo 2019-2100, con un nivel de emisiones de 80 $MtCO_2e$ (0.08 $GtCO_2e$) para 2030. En un escenario tendencial, las emisiones de la generación de electricidad se estiman en 202 $MtCO_2e$ para 2030, lo cual duplicaría el nivel de emisiones para el escenario de 2°C. En la NDC no condiciona de México, se estableció la meta no condicionada de disminuir las emisiones en la generación de electricidad a 139 $MtCO_2e$ para 2030. En un escenario de

cumplimiento de los NDC, las emisiones de este sector para 2030 superarían en 39% los niveles para el escenario de 2 °C y 74% respecto al escenario de 1.5°C.

Figura 7. Comparativa entre distintos escenarios de trayectoria de emisiones de GEI para el sector eléctrico en México para el periodo 2019-2030 ($MtCO_2$).

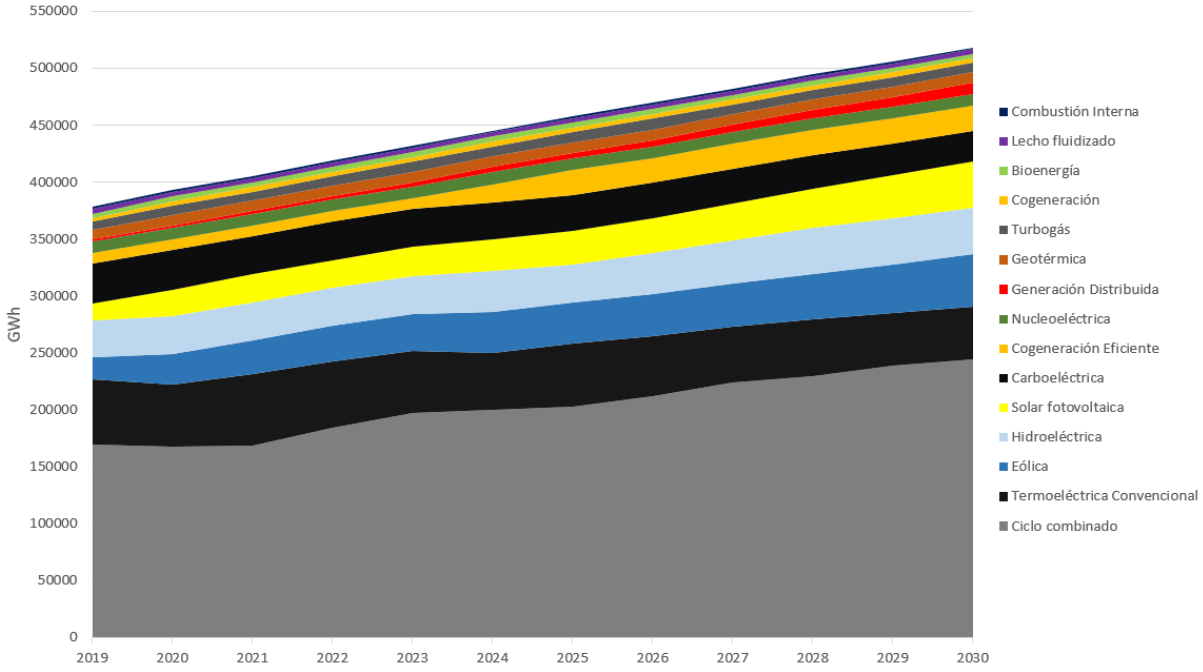


Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

El contraste entre la trayectoria en las emisiones de GEI de México para el 2030 y los niveles requeridos para los escenarios de 1.5°C y 2ºC, muestran que se requiere un fortalecimiento sustancial en la política nacional de mitigación. Sin embargo, esta diferencia en la generación de electricidad es particularmente crítica. Los NDC de México estiman que el principal esfuerzo de mitigación se realizará en el sector eléctrico, el cual aportaría el 30% de la reducción en las emisiones nacionales para 2030. No obstante, la meta de mitigación en el sector eléctrico es insuficiente para los escenarios de 1.5°C y 2 °C, las tendencias en el desarrollo de este sector enmarcan un escenario de incumplimiento de esta meta.

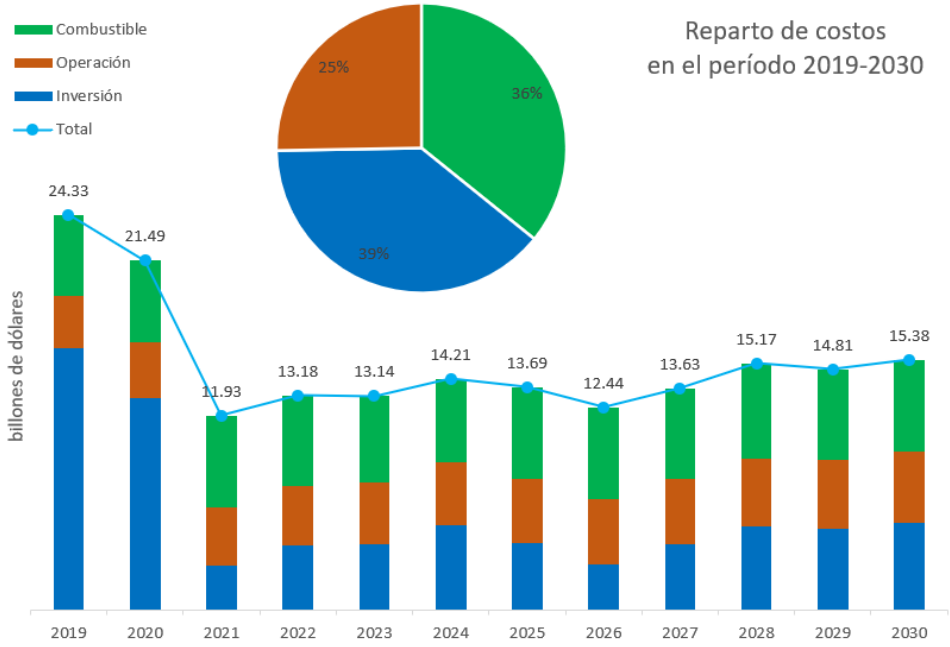
De acuerdo con el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019-2033 (PRODESEN), instrumento de política pública para la planeación de la instalación y retiro de centrales eléctricas y el desarrollo de la red eléctrica, se estima una ampliación de la capacidad instalada de 59,242 MW para el periodo 2019-2030. Del crecimiento en esta capacidad, 55.5% provendría de energías renovables, 41.6% de combustibles fósiles y 2.9% de tecnologías que no utilizan combustibles fósiles, o energías limpias (ver, **Figura 8**). Este escenario tendría un costo estimado de 182.9 billones de dólares para todo el periodo, del cual 36% por el costo de los combustibles, 30% el costo de inversión y 25% los costos de operación (25%) (ver, **Figura 9**).

Figura 8. Evolución de la generación de electricidad en México en un escenario de desarrollo tendencial para el periodo 2019-2030 (GWh).



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

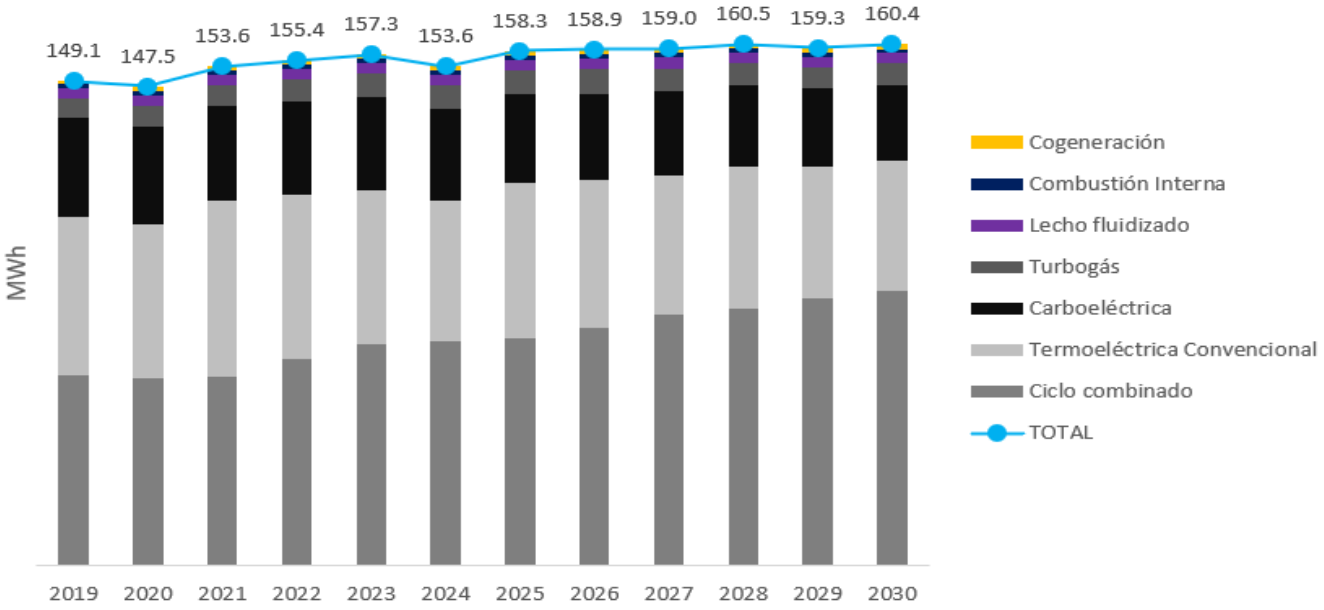
Figura 9. Estimación de costos de escenario tendencial de desarrollo del sector eléctrico para el periodo 2019-2030.



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

En el escenario planteado por el PRODESEN, las emisiones de GEI de la generación de electricidad para 2030 superarían en 15% el nivel establecido en la NDC (ver, **Figura 10**). Entre 2019-2030, las energías renovables tendrían un crecimiento que -considerando el incremento de la demanda energética y la participación del gas- es limitado aun cuando este incrementa. Por ejemplo, la producción de electricidad por tecnología eólica pasaría de 19.8 TWh a 40.2 TWh, solar fotovoltaica de gran escala de 14.9 TWh a 40.6 TWh, hidro de 32.3 TWh a 40 TWh y la generación solar distribuida de 1.7 TWh to 9.9 TWh. Sin embargo, la electricidad producida por combustibles fósiles se mantiene en términos reales e incluso aumentaría para algunas tecnologías, particularmente para el ciclo combinado (244.3 TWh para el 2030). Por ejemplo, la capacidad instalada de las carboeléctricas aumentaría en 129 MW como resultado de una renovación en 2019, aunque su participación relativa en la matriz eléctrica disminuirá a 4% para 2030 como resultado de la expansión de la matriz. Como resultado, las emisiones de GEI de la generación de electricidad se estiman en 160.4 $MtCO_2e$ para el 2030, un nivel superior a las emisiones actuales y que pondría en riesgo el cumplimiento de la NDC de México.

Figura 10. Proyección de emisiones de GEI por tipo de tecnología eléctrica en escenario tendencial para el periodo 2019-2030 ($MtCO_2$).



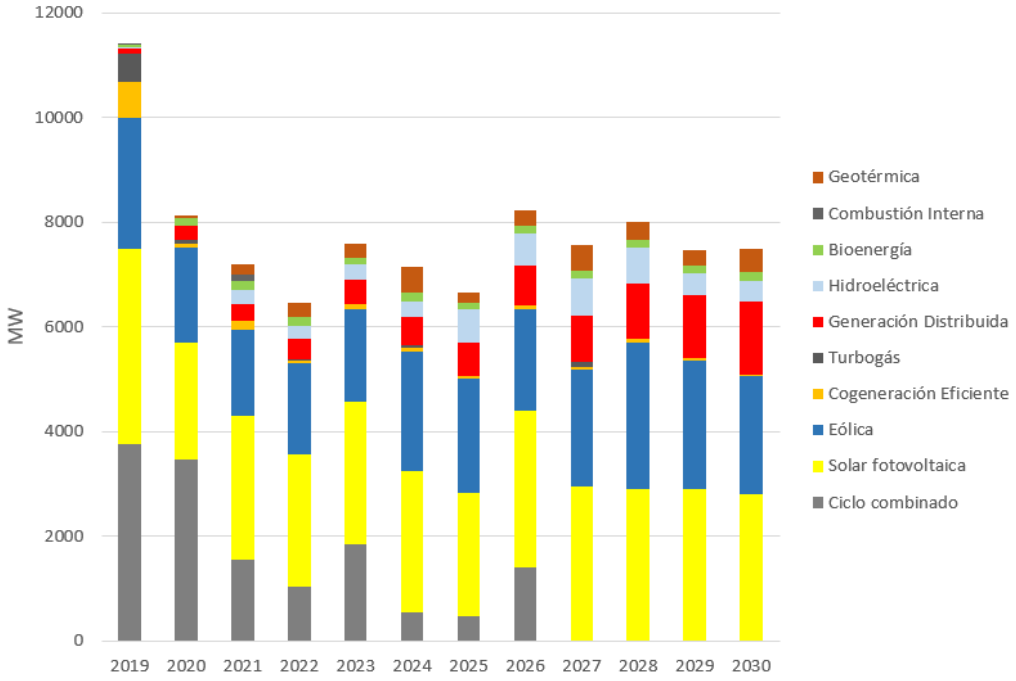
Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

El retiro del carbón en un escenario de bajas emisiones

El retiro del carbón del sector eléctrico se analizó con base en un escenario de bajas emisiones de GEI para el periodo 2019-2030. De manera general, el modelo optimiza la generación de electricidad requerida para ese periodo a través de las opciones tecnológicas de menores emisiones. Para este objetivo, entre otros supuestos, la ampliación en la capacidad instalada prioriza energías renovables y las tecnologías con mayor intensidad de emisiones son retiradas tras cumplir el ciclo de vida de sus inversiones y sustituidas por las alternativas con menores emisiones.

En el escenario de bajas emisiones, la capacidad instalada aumentaría 93,480 MW para el periodo 2019-2030. En una etapa inicial, la tendencia de expansión del sistema eléctrico es similar a lo propuesto por PRODESEN. Entre 2019-2026, en el escenario de bajas emisiones la capacidad instalada adicional provendría principalmente de la energía solar fotovoltaica, eólica y ciclo combinado/gas natural. A partir del 2027, el crecimiento en la capacidad sería cubierto por energías renovables, con un aumento marginal en la adición de capacidad de tecnologías basadas en combustibles fósiles, incluido el ciclo combinado. Entre 2019-2030, las energías renovables representarían el 80.4% de la incorporación de nueva capacidad en el sistema, las tecnologías basadas en combustibles fósiles el 16.2%, y otras tecnologías no fósiles el 3.4% (ver, **Figura 11**).

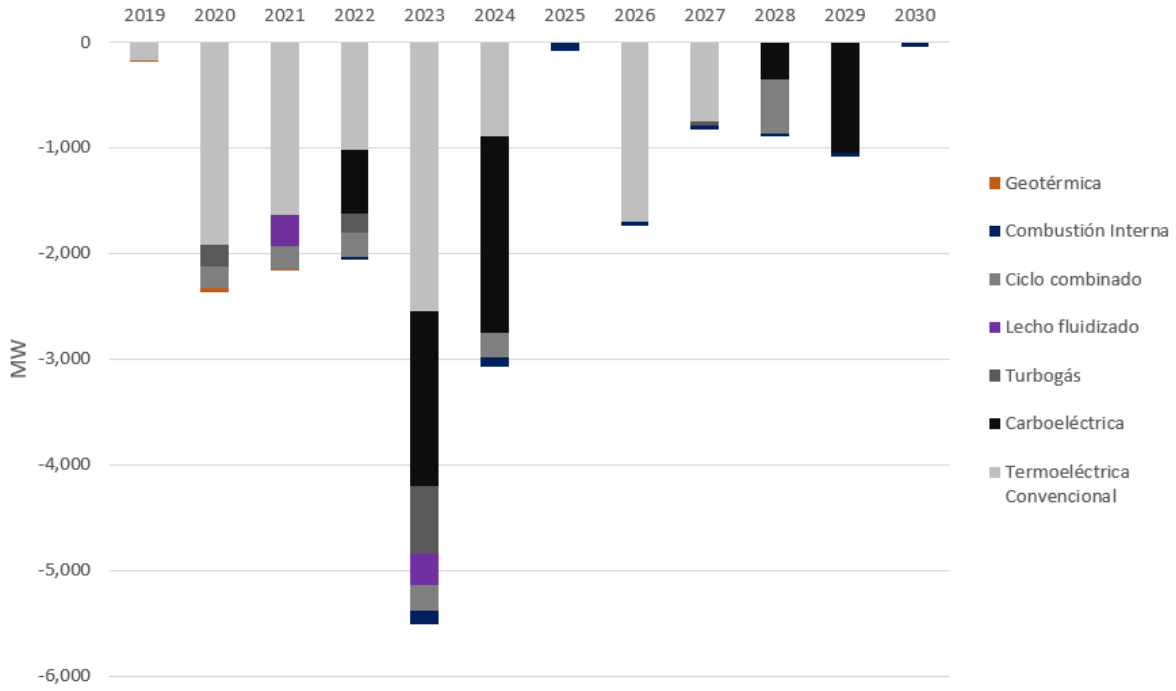
Figura 11. Crecimiento en la capacidad instalada en un escenario de desarrollo del sector eléctrico con un volumen de emisiones de GEI alineado a 1.5°C.



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

En este escenario se prioriza el retiro de unidades con alta intensidad de emisiones y que han cumplido con su ciclo de vida financiero/económica. De esta manera, entre 2019-2030 se retirarían 10.6 GW de capacidad de centrales de combustóleo, 5.5 GW de plantas carboeléctricas, 1,6 GW de ciclo combinado, 1 GW de ciclos abiertos (ver, **Figura 12**).

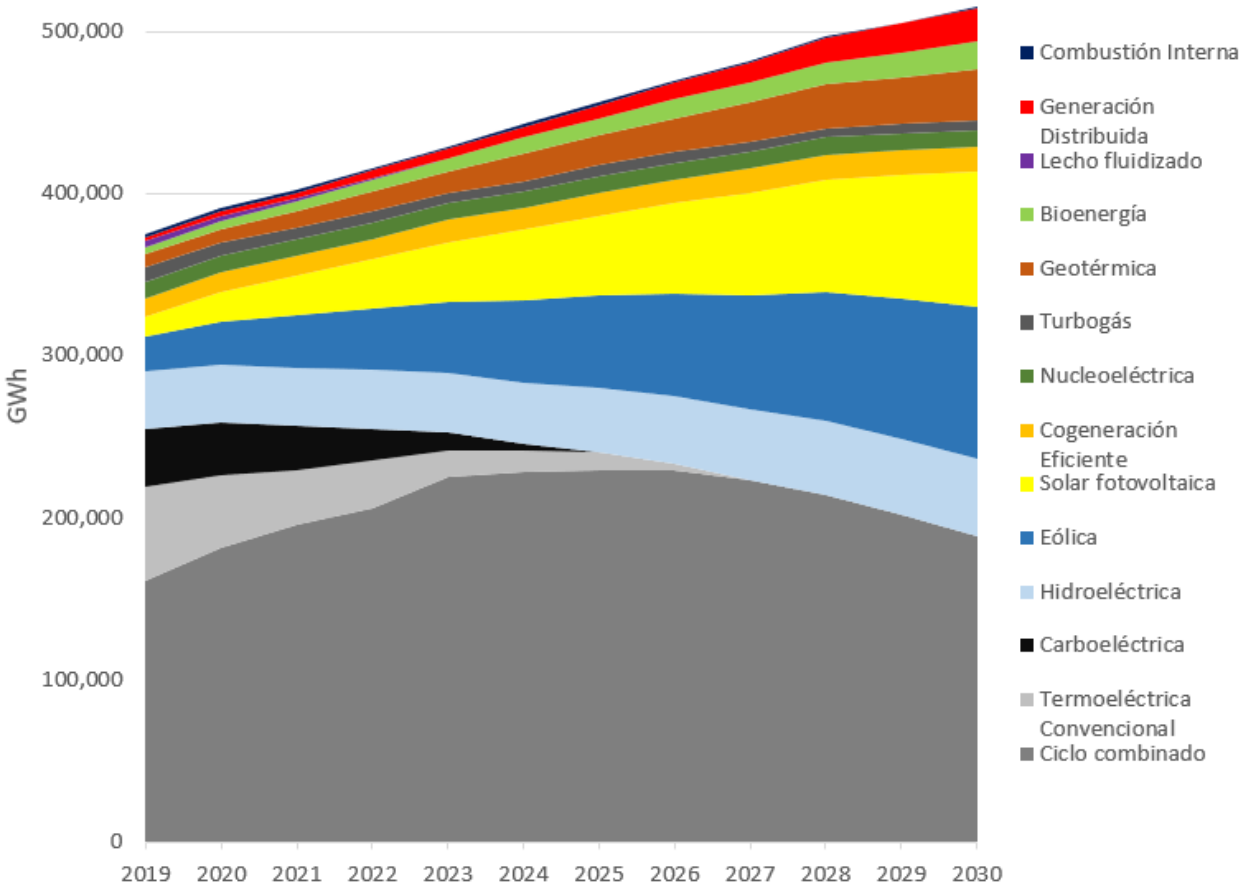
Figura 12. Retiro de capacidad instalada en un escenario de desarrollo del sector eléctrico con un volumen de emisiones de GEI alineado a 1.5°C.



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

El modelo arroja que para el periodo 2019-2030 la generación de electricidad en México transitaría de las tecnologías basadas en combustibles fósiles a las energías renovables (ver, **Figura 13**). En las tecnologías basadas en combustibles fósiles los principales cambios proyectados son el retiro de la generación de electricidad con carbón y combustóleo y, aunque el ciclo combinado basado en gas natural aumentaría en 28 TWh, su participación en la matriz eléctrica disminuirá de 43% a 37% con respecto al 2019. En el caso de las energías renovables, los principales cambios proyectados son el aumento en la generación por tecnología eólica (93.9 TWh equivalentes al 18% de la generación total), en la energía solar fotovoltaica (83.2 TWh; 16% de participación), geotérmica (32 TWh; 6%), generación distribuida (20.8 TWh; 4%) y bioenergía (16.4 TWh; 3%). En contraste, en el 2019 la participación conjunta de estas tecnologías en la generación de electricidad se estima en 11%

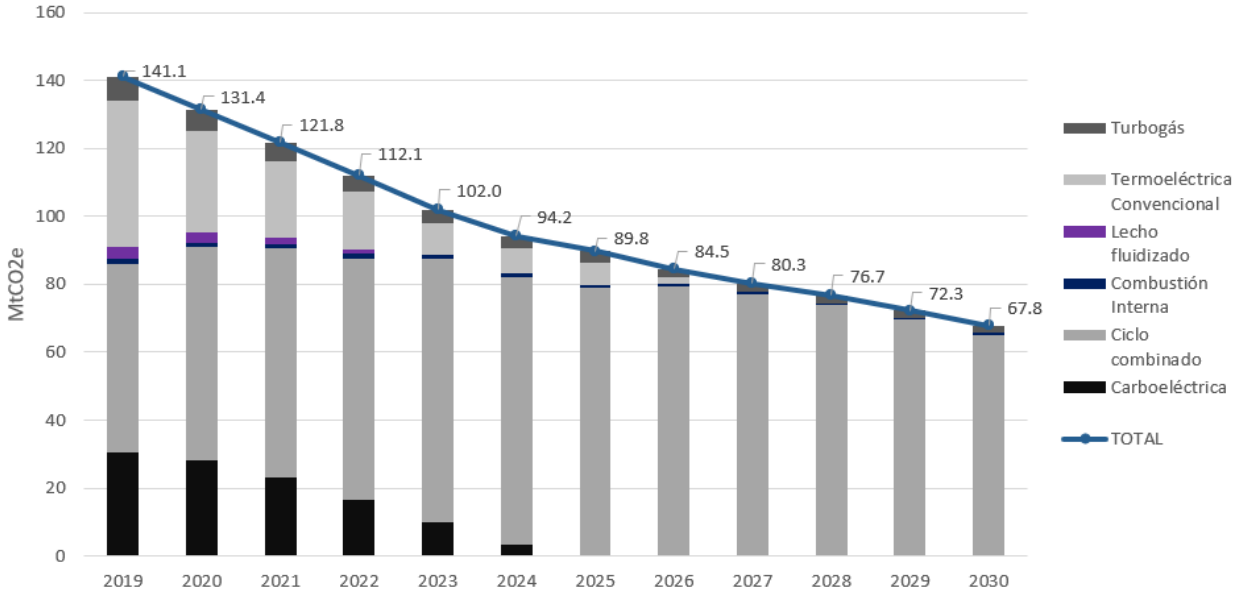
Figura 13. Cambio en la matriz eléctrica para el periodo 2019-2030 en un escenario de desarrollo del sector eléctrico con un volumen de emisiones de GEI alineado a 1.5°C.



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

En el escenario de 1.5 °C, as emisiones de GEI del sector disminuirán a una tasa promedio anual de 6.4%, alcanzando un nivel de emisiones de 68.3 $MtCO_2e$ para 2030 (ver, **Figura 14**). Este nivel de emisiones de GEI representaría menos de la mitad del volumen de 2019 y 43% respecto a las emisiones estimadas en el marco de planeación del PRODESEN. De manera importante, las emisiones de GEI en la generación de electricidad se alinearían a un escenario de calentamiento global de 1.5 °C.

Figura 14. Proyección de emisiones de GEI por tipo de tecnología eléctrica en escenario de desarrollo del sector eléctrico alineado a 1.5°C para el periodo 2019-2030 ($MtCO_2$).

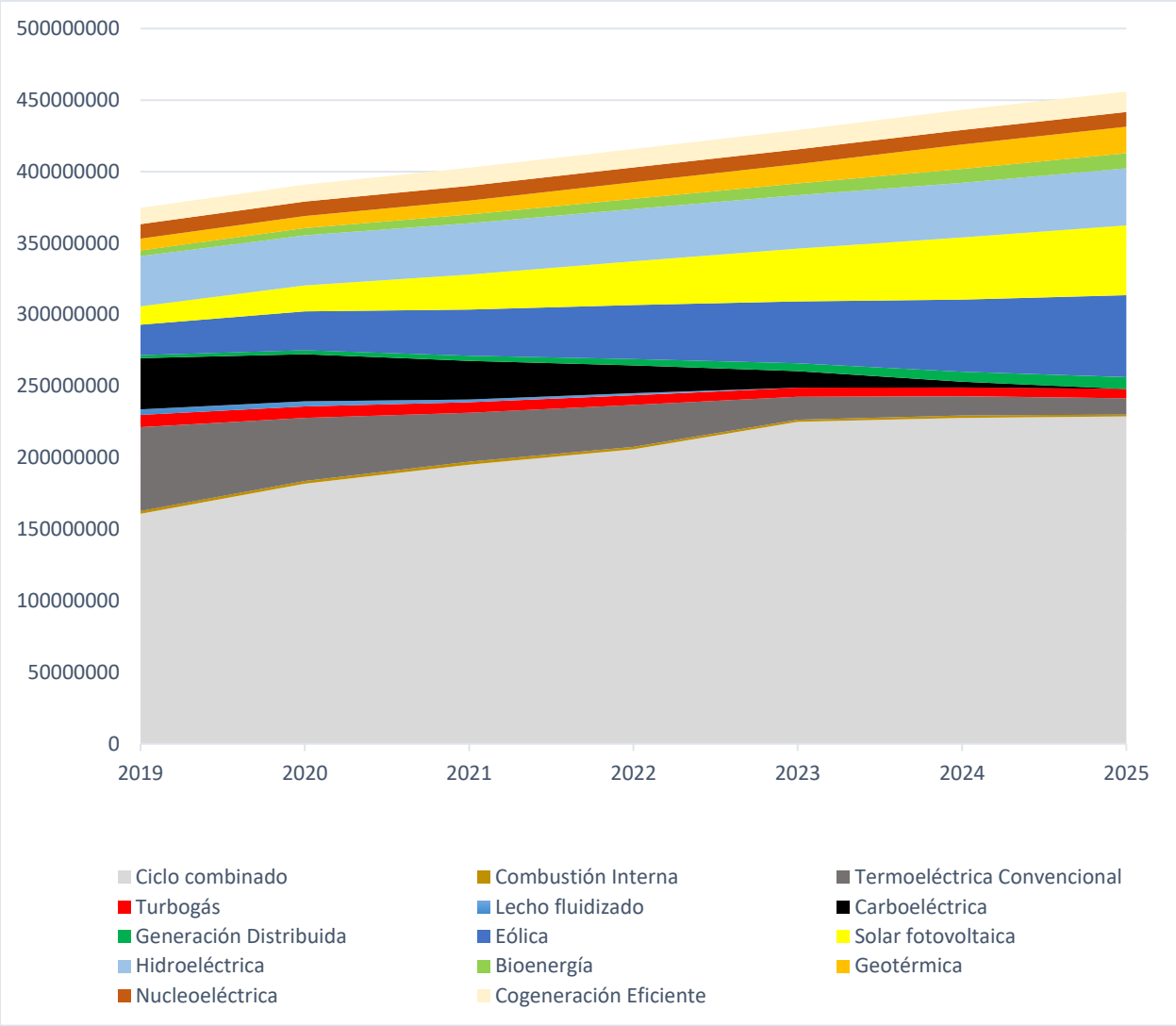


Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

El costo de implementación del escenario de bajas emisiones se estima en 192.5 billones de dólares para el periodo 2019-2030, de los cuales 57% corresponden a los costos de inversión, 34% al costo de combustibles y 9% a los costos de operación. El costo en la etapa inicial es mayor como resultado de los costos de inversión, posteriormente se estima una disminución significativa en los costos. En estudios posteriores sería necesario profundizar en la valoración económica de las externalidades sociales y ambientales del escenario tendencial, por ejemplo, respecto a los riesgos climáticos a la contaminación del aire a nivel local. No obstante, incluso sin la consideración de estas externalidades, los costos totales del escenario de desarrollo del sector eléctrico de bajas emisiones supera en solo 5.2% a los costos estimados del escenario tendencial (ver, **Figura 9**).

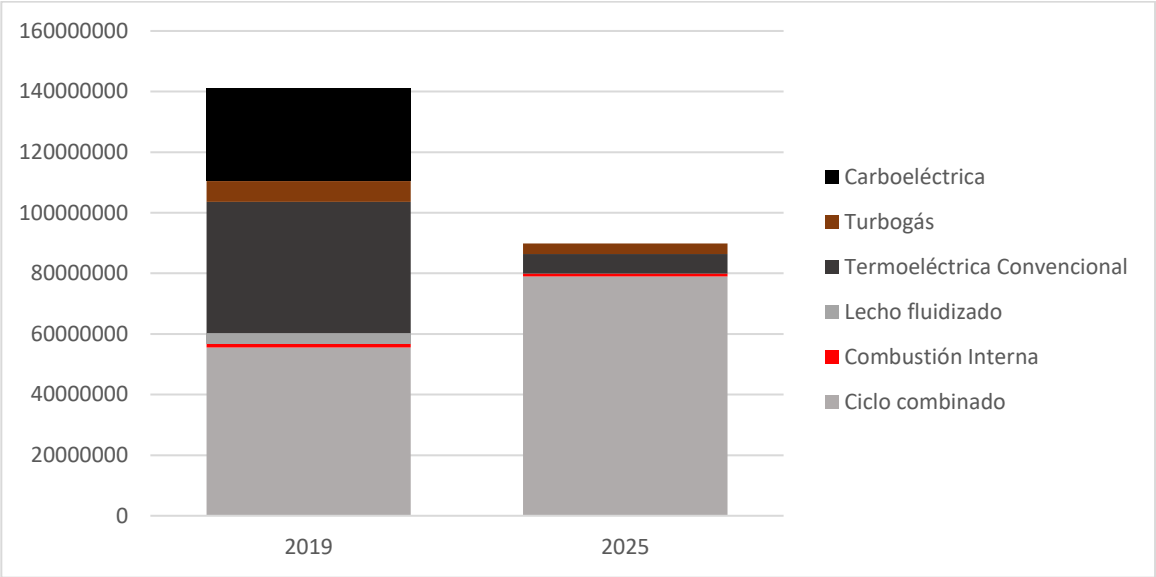
En el escenario de bajas emisiones, la generación de electricidad basada en carbón reduciría su participación en la matriz eléctrica y alcanzaría el retiro en 2025 (ver, **Figura 15**). La implementación de este escenario implicaría el retiro de una central carboeléctrica en Coahuila en 2022, la segunda planta en esta entidad para 2023 y la planta en el estado de Guerrero en 2025. Como resultado del retiro de las tecnologías con mayor intensidad de emisiones por unidad de energía producida, el nivel de emisiones en el sector disminuirá en términos reales 37% con respecto al 2019 (ver, **Figura 16**). Esta acción colocaría las emisiones del sector eléctrico en ruta con el escenario de 1.5 °C.

Figura 15. Cambio en la participación del carbón en la matriz eléctrica para el periodo 2019-2030 en el escenario de desarrollo sectorial alineado a 1.5 °C (MWh).



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

Figura 16. Reducción en las emisiones de GEI para el periodo 2019-2025 como resultado de la implementación del escenario de bajas emisiones (Toneladas de CO2e).



Fuente: Elaboración propia con base en CENACE, 2016

SECCIÓN 3:

El estudio de caso: La región carbonífera de Coahuila

Estudio de caso

En esta sección se aborda un análisis específico de Región Carbonífera del estado de Coahuila (RCC), por la importancia que reviste este Estado como el mayor productor de carbón mineral, y como el lugar donde operan dos de las tres centrales carboeléctricas que se encuentran activas en México. En esta sección el objetivo general es proveer un análisis de caso que permita identificar aquellos elementos que van a ser relevantes para la elaboración de una propuesta de ruta de *coal phase-out* en México.

El marco conceptual de la transición justa y el análisis de las experiencias internacionales, abordados en los apartados anteriores, enfatizan la necesidad de tomar en consideración los efectos que un proceso de retiro gradual del carbón podría tener en relación con el empleo y a las transformaciones laborales relacionadas, así como a los efectos transformativos que pueden experimentar las comunidades social y económicamente articuladas en torno a la explotación del carbón. En virtud de lo anterior, en esta sección se aborda un panorama integral de la Región Carbonífera de Coahuila (RCC), para comprender cuál es el contexto en el que se situaría un proceso de *coal phase-out*. En cierto sentido, en esta sección se ofrece una suerte de punto de partida que evidenciará la complejidad de las relaciones económicas y políticas asociadas a la minería del carbón y su uso en la generación de energía eléctrica, la diversidad de actores y grupos que tienen intereses y posiciones respecto las decisiones relativas a la producción del carbón en la región y su uso en el sector energético, y la situación que guardan diversos indicadores clave en materia social, económica y cultural en la región. Todos ellos, elementos cruciales para ser considerados por los tomadores de decisión encargados de la planeación de un proceso gradual de salida del carbón.

Tomando como referencia la propuesta conceptual de Hirsch, Matthess & Fünfgelt (2017), la estrategia metodológica seguida en esta sección consiste en la construcción de un estudio de caso sobre la Región Carbonífera de Coahuila, que provea información y análisis relevantes, considerando como ejes orientadores las dimensiones política y social de una transición justa, y los principios contenidos en ellas, tal como se muestra en el siguiente esquema.

Para logar lo anterior, en primer lugar, se abordará un panorama histórico de la minería de carbón en la RCC, que permitirá comprender la evolución de esta actividad económica que a lo largo de 136 años ha configurado las relaciones económicas, sociales, políticas y económicas de la región. En segundo lugar, se expondrán los principales indicadores de la producción de carbón en la RCC, incluyendo información sobre el tipo de empresas que participan en esta actividad y el número de empleos directos asociados a la explotación de este mineral. En tercer lugar, se presentará información sobre los usos del carbón en la generación de energía eléctrica, enfatizando elementos de la relación entre la CFE y los productores de carbón de la región. En cuarto lugar, se presentará una identificación de los actores regionales que configuran la red de relaciones, destacando sus posiciones en torno a la producción y uso del carbón en las centrales carboeléctricas de la RCC. Finalmente, en quinto lugar, se abordará una caracterización social, demográfica, cultural y económica de las comunidades vinculadas a la producción del carbón en la RCC, enfatizando elementos en torno a los legados, tensiones y desigualdades asociados a la explotación minera.

La realización del estudio de caso implicó la revisión de literatura especializada, revisión de prensa y artículos periodísticos de investigación, informes oficiales de entidades gubernamentales, y estadísticas e indicadores oficiales. Para el estudio de caso se había

previsto llevar a cabo visitas de campo y la realización de entrevistas a profundidad con diversos actores vinculados a la producción y uso del carbón en la generación de energía eléctrica, mismas que se realizarían en la segunda quincena de marzo y la primera semana de abril. La emergencia sanitaria planteó restricciones de movilidad que incidieron en la posibilidad de continuar y concluir el trabajo de campo, no obstante, fue posible llevar a cabo una visita los días 13 y 14 de marzo de 2020, en la que se participó como observadores en una reunión de trabajo con más de 80 pequeños productores de carbón en la Región Carbonífera, y se sostuvieron conversaciones con autoridades del Gobierno Federal: Secretaría de Economía, Servicio Geológico Mexicano, Fideicomiso Fondo Minero y de la Secretaría de Economía, y Delegación de Programas de Bienestar en el Estado de Coahuila, con 10 pequeños productores de la Región Carbonífera, y con representantes de la Promotora para el Desarrollo Minero (PRODEMI).

Panorama histórico de la minería de carbón en la región carbonífera

El desarrollo de la Cuenca Carbonífera de Coahuila se remonta a mediados del Siglo XIX. En 1866 se tiene registro de las primeras exploraciones de los mantos carboníferos, llevadas a cabo por Jacobo Kuchler, quien fue el primero en describir las subcuencas de carbón en la región. Será hasta 1884 cuando se inicie la explotación formal del carbón en las municipalidades de Múzquiz y San Juan de Sabinas, con el establecimiento de las primeras empresas mineras. (Contreras, 2001, pp. 179)

Hasta antes de la explotación minera, la región se encontraba escasamente poblada, por lo que los primeros pobladores de la región llegaron procedentes de San Luis Potosí, Zacatecas y Guanajuato. (Contreras, 2001, pp. 189) A lo largo del desarrollo de las distintas unidades mineras, los centros de población van a configurarse en torno precisamente a las operaciones de la industria extractiva, por lo que paulatinamente se irán creando las localidades y municipios que hoy conforman la Región Carbonífera.

En las últimas dos décadas del Siglo XIX, la introducción del ferrocarril y el desarrollo de la industria de la fundición, constituyeron los eslabonamientos productivos del carbón mineral. Durante ese periodo operaron diversas empresas, con fuertes capitales extranjeros, a saber, la *Sabinas Coal Mines*, la *Coahuila Coal Company*, y la *Mexican Coal and Coke Company*, mismas que explotaron el carbón mineral como insumo para el ferrocarril; cuando éste se amplió a Torreón y se construyeron ramales de conexión a lo largo del norte del país, se aceleró el eslabonamiento de la producción de carbón con las

fundidoras de hierro y acero ubicadas en Durango, Nuevo León, San Luis Potosí y Aguascalientes. (Contreras, 2001, pp. 190)

En el Siglo XX la minería de carbón fue ampliamente favorecida en el contexto del modelo de sustitución de importaciones. Es en esta época cuando la Cuenca Carbonífera de Coahuila tuvo una expansión productiva, asociada a la demanda de carbón por parte de Altos Hornos de México (AHMSA), empresa paraestatal que inició operaciones en 1944, y que para 1977 se había consolidado como el actor de mayor influencia económica en la región. (Contreras, 2001a)

En esa época se estabilizó el mercado de trabajo, y una proporción importante de la población de San Juan de Sabinas, Múzquiz y Sabinas se dedicaba a la industria extractiva del carbón; "los actores económicos y sociales se encargaron de establecer y regular las estrategias que hicieron funcional el mercado de trabajo local bajo condiciones específicas", con una fuerte participación del Sindicato Nacional de Trabajadores Mineros, Metalúrgicos y Similares de la República Mexicana (SNTMMSRM). (Contreras, 2001a) En esa época se configura además un elemento clave, AHMSA se erige como el conducto y articulador de la política social del Estado en la región.

A finales de los 70 inició operaciones Minera Carbonífera Río Escondido (MICARE), una empresa de participación estatal que realizó la explotación de yacimientos de carbón ubicados en las proximidades del municipio de Nava, y que va a tener un rol significativo en lo relativo al uso del carbón para la generación de energía eléctrica. Su creciente importancia va a estar asociada a la construcción de las centrales carboeléctricas de la CFE, decisión que respondió a una evaluación muy promisoria de las reservas existentes de carbón mineral en la zona. (Sánchez, 1995, p. 100) De hecho, los trabajos de exploración minera en la zona los realizaron en conjunto MICARE y la CFE, concluyendo que en la zona Fuerte-Río Escondido se encontraban reservas hasta por 600 millones de toneladas de carbón. En esa época, se estimaba que la CFE consumiría un promedio de 4.3 millones de toneladas de carbón al año, lo que dio pie a una expansión de explotaciones mineras en diversos municipios de la región.

A partir de 1980 se inicia un periodo que va a caracterizarse por crisis recurrentes en la región con graves consecuencias de carácter social y económico. Tras los cierres de la mayoría de las minas, plantas lavadoras y coquizadoras, 10 localidades de la región carbonífera enfrentaron una fuerte crisis empleo; en este contexto un número importante de trabajadores fueron desplazados hacia empresas con ubicaciones distantes a su lugar de residencia. La crisis estuvo asociada a factores internacionales, particularmente la

crisis del acero que afectó a la industria siderúrgica en México, pero también a factores nacionales, relacionados el endeudamiento e ineficiencias en la operación de AHMSA.

De acuerdo con el historiador Camilo Conteras (2001), el gobierno federal intervino absorbiendo los pasivos de la empresa, y realizando una reducción significativa de los costos de materias primas y mano de obra, "esta última medida explica la clausura de minas y plantas en la Cuenca Carbonífera de Coahuila." (Contreras, 2001a;)

Las crisis económicas de los años 80 afectaron en menor medida la zona carbonífera de Río Escondido, pues la explotación de carbón a cargo de MICARE era estable en virtud de la fase de expansión en la que se encontraban las centrales carboeléctricas de la CFE. (Sánchez, 1995, p. 102) En efecto, la central Carboeléctrica José López Portillo (Río Escondido), conocida como Carbón I, y ubicada en el municipio de Nava entró en operaciones el 21 de septiembre de 1982. (CFE *Informe Anual 2017*, 2018)
En la década de los 90 la región carbonífera experimentará también una reestructuración productiva vinculada a la instalación de maquiladoras en los municipios de Sabinas, Múzquiz, y Nueva Rosita, que dieron origen a un incremento en la movilidad laboral geográfica, y a la aceleración del ingreso de las mujeres en el mercado de trabajo. (Contreras, 2002, p. 119)

A partir de la publicación de la Ley Minera de 1992 iniciará un proceso de "desincorporación de las reservas minerales federales, que abrió paso al cierre, la venta y la concesión de las principales fuentes de extracción del carbón" en la región. (Ibarra, 2017). En esta década se da también la construcción de la central Carboeléctrica Carbón II, que entró en operaciones el 2 de noviembre de 1993.

Otro elemento central para considerar es el proceso de privatización de AHMSA. Tras la adquisición de AHMSA por parte del Grupo Acerero del Norte (GAN), esta empresa asumió también el control de Minera Carbonífera Río Escondido (MICARE) y todo el conjunto de compañías mineras de carbón en la región subsidiarias de AHMSA. (Corrales, 206d. C., p. 115) En los 90 se consolidó un esquema de participación en la industria minera del carbón conformado por grandes, medianas y pequeñas empresas. De acuerdo con la investigación de María Teresa Sánchez (1995), la configuración de ese esquema se dio de la siguiente forma:

- **Grandes empresas:** Grupo Acerero del Norte, responsable del 73% de la producción del carbón, y que a través de las empresas Minerales de Monclova (MIMOSA) y Minera Carbonífera Río Escondido (MICARE) llevaba a cabo la explotación de diversas minas y tajos en los municipios de Múzquiz, Nava y Piedras Negras; y Grupo Industrial Minera México (IMMSA), un consorcio minero

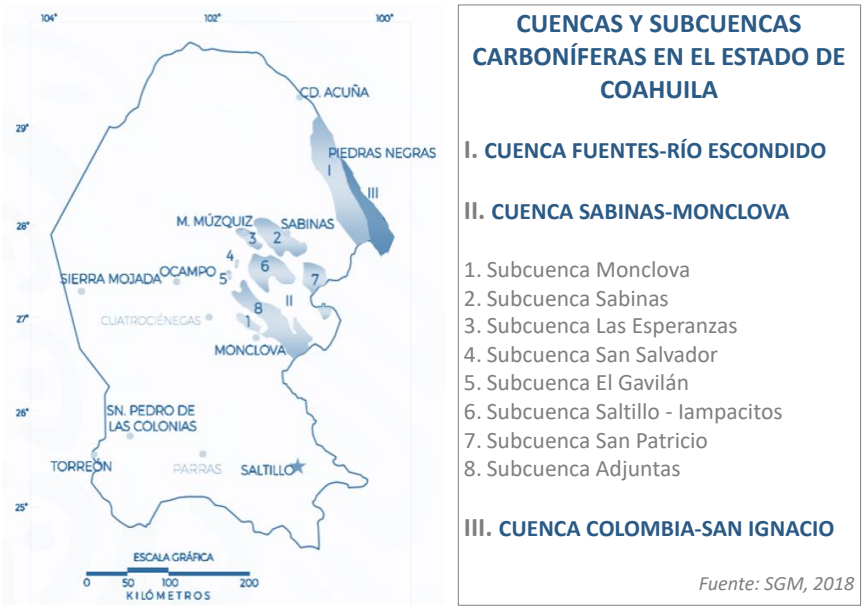
conformado por Carbonífera de México y Carbonífera de Nueva Rosita, que explotaba minas en San Juan Sabinas y Nueva Rosita.

- **Medianas empresas:** Materiales Industriales (MINSA), que contaba con operaciones en San Juan Sabinas, Barroterán y San Felipe; MEXATIM, que operaba en San Juan Sabinas; y Carbonífera de San Patricio, que operaba en La Luz. MINSA y MEXATIM concentraban el 16% de la producción del carbón.
- **Pequeñas empresas:** Las pequeñas empresas concentraban un 8% de la producción minera. La actividad se concentraba en la explotación de pozos en Nueva Rosita, La Florida, San Felipe el Hondo, y Barroterán. La actividad de los pequeños productores mineros se caracterizó por registrar condiciones de inseguridad económica, riesgo físico y en general, mayores condiciones de desventaja en la actividad extractiva.

El caso de los pequeños mineros resulta relevante, pues será precisamente en la década de los 90 cuando se establecen formalmente los acuerdos con la CFE para captar toda su producción, "como una forma de apoyar su actividad, misma que mantiene la mayor parte del tiempo un precario equilibrio". (Sánchez, 1995, p. 100) La alta dependencia de los pequeños mineros a las compras de carbón por parte de la CFE, ha ido configurando a lo largo de los últimos 20 años un escenario de recurrentes conflictos e inestabilidad laboral, y que se agravaba precisamente porque la región carbonífera no cuenta con una economía diversificada.

Panorama actual de la producción de carbón mineral

La Región Carbonífera de Coahuila, denominada también Cuenca de Sabinas, se divide en dos subregiones. La primera subregión tiene una extensión aproximada de 10,000km^2, y abarca parte del territorio de los municipios de Nueva Rosita y Sabinas, y se extiende hasta el municipio de Monclova. La segunda subregión, conocida como Fuentes-Río Escondido, tiene una extensión aproximada de 2,000km^2, y abarca los municipios de Nava y Piedras Negras. En esta Cuenca se estima un potencial total de reservas que asciende a 1,387,622,586 toneladas de carbón, según los datos disponibles del Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2018).



En la Cuenca de Sabinas predomina el tipo de carbón sub-bituminoso, que es apropiado para su transformación en coque (combustible que se forma tras la destilación del carbón y que es utilizado como agente reductor para la fundición de hierro y como combustible). Dentro de la Cuenca de Sabinas, en la subregión Fuente-Río Escondido, predomina el carbón sub-bituminoso tipo C, que tiene propiedades de alta volatilidad y que es poco apropiado para transformarlo en coque, pero que por sus propiedades térmicas es adecuado para su uso en la generación de energía eléctrica. Este tipo de carbón es precisamente el que utiliza CFE en sus centrales carboeléctricas. Además de los usos en la generación de energía eléctrica, el carbón es utilizado en la industria siderúrgica, en la industria del cemento y en la industria química.

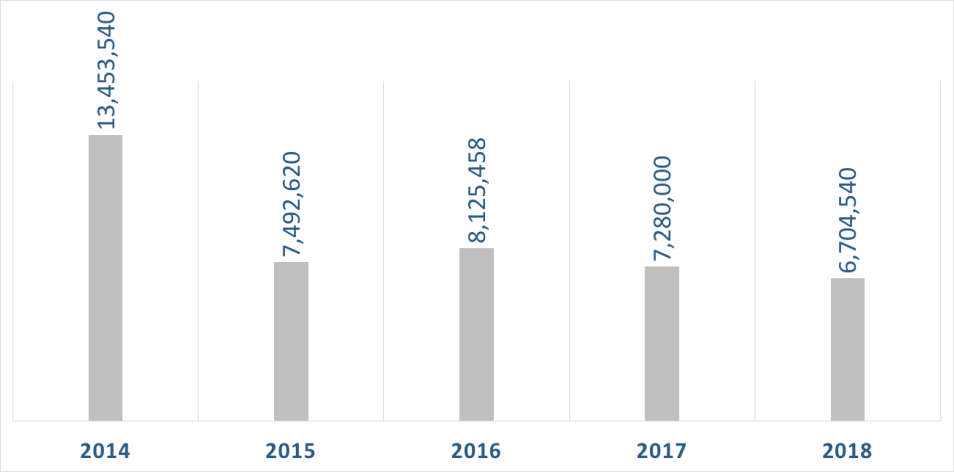
Coahuila ocupa el quinto lugar a nivel nacional, respecto de su participación en el valor de la producción minera nacional. De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (SGM), en 2018 el estado aportó $18,611,042.80 miles de pesos, lo que representó el 5.63% del valor total nacional de la producción minera, misma que asciende $330,332,502.14 miles de pesos. Sin embargo, debe destacarse que en el periodo 2014-2018, Coahuila redujo en 5% su participación en el valor de la producción minera nacional. (*Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2018. Edición 2019.*, 2019, p. 19).

Al cierre de 2017, el Estado tiene concesionada una superficie total de 1,688,469 hectáreas (el 11.14% de su territorio), mediante 1,967 títulos de concesión minera otorgados por la Secretaría de Economía. (*Panorama Minero del Estado de Coahuila*, 2018, p. 10) El Gobierno del Estado de Coahuila, sin embargo, señala que la superficie concesionada en el estado es de 3.4 millones de hectáreas, y que existen 2,062 títulos

de concesión que abarcan el 22.63% del territorio del Estado. (*Programa Estatal de Desarrollo Económico*, 2018)

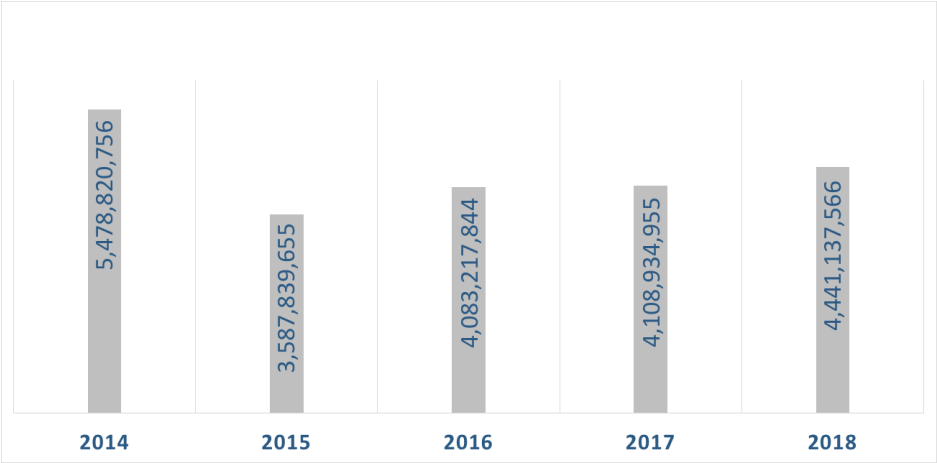
Coahuila es el principal productor de carbón en México. En 2018 la producción total de carbón a nivel nacional fue de 6,704,540 toneladas (SGM, 2018), de las cuales, se estima que el 47% es carbón coquizable, 39% carbón térmico, y 14% carbón lavado. El 99% de dicha producción se realizó en las cuencas carboníferas de Coahuila, y el 1% en el Estado de Tamaulipas. En el periodo 2014-2018 se ha reducido en cerca del 50% el volumen de la producción nacional de carbón. (Ver Gráfica 1). Por otra parte, el valor de la producción de carbón en ese mismo año fue de aproximadamente 4 mil millones de pesos (Ver Gráfica 2).

Gráfica 1. Volumen de la Producción Minera, 2014-2018 (toneladas)



Fuente: SGM, Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2018

Gráfica 2. Valor de la Producción Minera, 2014-2018 (pesos corrientes)



Fuente: SGM, Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2018

El mayor volumen de producción de carbón en 2018 correspondió a la grande minería, la cual fue responsable de la producción del 89.73% del carbón, mientras que a la pequeña y mediana minería, correspondió el 10.27% del volumen total de la producción en ese año. (*Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2018*, 2019, p. 20-21) Entre las grandes empresas mineras productoras de carbón se encuentran: Minera Carbonífera Río Escondido (MICARE) y Minerales Monclova, S.A. (MIMOSA), ambas de Grupo Acerero del Norte (GAN), y Compañía Carbonífera San Patricio.

Como ya se ha mencionado, la grande minería, además de proveer a las plantas carboeléctricas de CFE, también extrae para su autoconsumo en sus procesos metalúrgicos (carbón coquizable), ya que son subsidiarias de empresas siderúrgicas.

Actualmente las principales minas en explotación que corresponden a la gran minería de carbón en la Región Carbonífera se ubican los municipios de Múzquiz, Nava, Sabinas, Progreso y San Juan de Sabinas, y son explotadas principalmente por MIMOSA, MINSA y MICARE.

Nombre	Empresa	Municipio
Tajo La Sauceda	Minera del Norte S.A. de C.V. (MIMOSA)	Múzquiz
Tajo La Soledad	Materiales Industrializados S. A. de C. V. (MINSA)	Múzquiz
Mina VII	Minera del Norte S.A. de C.V. (MICARE)	Nava
Las Conchas	Minera del Norte S.A. de C.V. (MIMOSA)	Sabinas
Mina VII	Minera del Norte S.A. de C.V. (MIMOSA)	Progreso
Mina V - La Esmeralda	Minera del Norte S.A. de C.V. (MIMOSA)	San Juan de Sabinas
Tajo El Milagro	Materiales Industrializados S. A. de C. V. (MINSA)	San Juan de Sabinas
Tajo El Milagro I	Materiales Industrializados S. A. de C. V. (MINSA)	San Juan de Sabinas

Fuente: SGM, Panorama Minero del Estado de Coahuila, 2018

Respecto de los pequeños y medianos productores, éstos aportan cerca del 10% de la producción de carbón. Los pequeños productores se agrupan en la Unión Mexicana de Productores de Carbón (UMPCAC) y en la Unión Nacional de Productores de Carbón (UNPCAC). De acuerdo con el SGM, el principal mercado de los pequeños productores es la venta de carbón para la generación de energía eléctrica. Las empresas agrupadas en estas organizaciones, en conjunto, suministraron en 2017, alrededor de 3.3 millones de toneladas de carbón para el consumo de las carboeléctricas Carbón I y Carbón II. (SGM, 2018, 18) Conforme al Panorama Minero del Estado de Coahuila, actualmente se encuentran activas 77 minas en explotación a cargo de pequeñas y medianas empresas. Estas minas se ubican principalmente en los municipios de Progreso, Múzquiz, Sabinas, Escobedo, San Juan de Sabinas y Monclova.

No.	Nombre de la Mina	Nombre de la Empresa	Municipio
1	Saltillito 2 Pte. Fracc.	Minera Arechiga	Progreso
2	Tajo Asisa	Distribuciones del Norte	Múzquiz
3	La Dos	Armalz de Sabinas	Múzquiz
4	Minas de Arrastre	Minerales y Transportes	Múzquiz
5	Tajo Mineria	Minería y Acarreo de Carbón	Progreso
6	Tajo Gato III	Grupo Constructor de la Carbonífera	Progreso
7	Minas de Arrastre	Arcillas de México	Sabinas
8	La Soledad	MINSA	Sabinas
9	La Conquista	Industrial del Carbón Signum	Múzquiz
10	La Lavadora	Kronos Mining	Múzquiz
11	Tajo Comilco	Comilco	Múzquiz
12	Tajo La Bonita	Minera La Bonita	Múzquiz
13	Tajo Gupa	Minera Gupa	Múzquiz
14	Tajo la Escondida	Proyectos y Construcciones Damm	Múzquiz
15	Minas de Arrastre	Rodamientos y Equipos de Sabinas	Múzquiz
16	Tajo	Carbonífera El Gato	Sabinas
17	Mina Loma Blanca	Minera La Princesa	Múzquiz
18	Tajo Racher	Davala Construcciones	Múzquiz
19	Mina de Arrastre	Jesus Lozano Herrera	Múzquiz
20	Mina de Arrastre	FAMESA	Múzquiz
21	Tajo Lampacitos 3	Silica de Piedras Negras	Escobedo
22	La Escondida Fracc II	Comercializadora de Maderas	Múzquiz
23	Saltillo 2 Poniente	Energía Mineral	Progreso
24	El Coyote	Impulsora JBN	San Juan de Sabinas
25	El Seis Oriente	Minera FF	San Juan de Sabinas
26	Pitas	Minera Río Álamo	San Juan de Sabinas
27	La Negrita Fracc. III	Minerales Don Chilo	Monclova
28	Tres G	Minerales y Derivados de Nueva	Sabinas
29	Mupo II	Minergy de México	Sabinas
30	San Adalberto 8	Minería y Energía del Noreste	Progreso
31	San Adalberto 9	Minería y Energía del Noreste	Progreso
32	Tajo Aura	Comercializadora de Fletes	Escobedo
33	Pozo Río Sabinas	Black Fosil	Sabinas
34	Pozo Conchas	Armalz	Sabinas
35	Tajo Hércules	Carbonífera y Minerales	Sabinas
36	Pozo 3	Fósiles Industriales	Sabinas
37	Pozo 4	Fósiles Industriales	Sabinas
38	Pozo 5	Fósiles Industriales	Sabinas
39	Pozo 1	Edgar Portillo Guevara	Sabinas
40	Hércules	NA	Sabinas
41	Alpha Prime Mining	Servicios Técnicos Mineros	Sabinas
42	Palo Blanco	Minera Jipa	Muzquiz

43	Palo Blanco	Minera Jipa	Muzquiz
44	La Gloria	Minera La Gloria	Muzquiz
45	Minera Las Misiones	Servicios Mineros del Norte	Escobedo
46	Minera Las Misiones	Servicios Mineros del Norte	Escobedo
47	Minera Las Misiones	Servicios Mineros del Norte	Escobedo
48	Minera Las Misiones	Servicios Mineros del Norte	Escobedo
49	Tajo 6 (El Cometa)	Minera La Esperanza	Abasolo
50	La Negrita (3 Tajos)	Suministros de Energía	Monclova
51	Hermanas	Maquintas	Monclova
52	Lulu	Minera Siderurgica de Coahuila	Escobedo
53	Pozo 5	Minera Davica	Progreso
54	Pozo 6	Minera Davica	Progreso
55	Pozo 7	Minera Davica	Progreso
56	Pozo 8	Minera Davica	Progreso
57	Los Lirios	Minera Carbonífera Los Lirios	Juárez
58	El Mimbre 2	Carbonífera El Mimbre	Juárez
59	Diego II	Minera Ecológica de Sabinas	Progreso
60	Lampacitos 3	Roberto Resendiz Alcocer	Escobedo
61	Triple AAA	Triple AAA	San Juan de Sabinas
62	Carbón Mexicano	Carbón Mexicano (MINSSA)	San Juan de Sabinas
63	Tajo Génesis	Minera Génesis	San Juan de Sabinas
64	El Milagro	MINSA	San Juan de Sabinas
65	Zeus	Servicios Industriales Seuz	San Juan de Sabinas
66	Pozos Zeduvik	Minera Zeduvik	San Juan de Sabinas
67	Pozos Cloete Centro	Minera Nueva Rosita	Sabinas
68	Pozos Boston	Minera Boston	Sabinas
69	Tajo Tone	Orlando García Macías (MINSSA)	Sabinas
70	Tajo Cloete Sur	Coal del Norte	Sabinas
71	Tajo La Curva	Servicios Minera Jyam	Sabinas
72	Tajo Tano	Carbonífera de Luna	Sabinas
73	Tajo 2G	Minera 2G	Sabinas
74	Pozos Maquila	Los Gemelos	Sabinas
75	Tajo Liramiento	Interacción Minera	San Juan de Sabinas
76	Tajo IMMSA	Escavaciones y Proyectos	San Juan de Sabinas
77	Santa Bárbara	Minera y Energía de Norte	Progreso

Fuente: SGM, Panorama Minero del Estado de Coahuila, 2018

Ahora bien, la industria minero-metalúrgica emplea en México de manera directa a cerca de 380 mil personas (SGM, 2018, p. 17). En Coahuila se estima que la industria emplea a 39,450 trabajadores y trabajadoras, de los cuáles, 9,316 son empleos vinculados directamente con la explotación de carbón, grafito y otros minerales no metálicos. De 2014 a 2018 se observó una reducción de 2.2% en el número de empleos vinculados con

la extracción y beneficio de carbón mineral, grafito y otros minerales no metálicos. (SGM, 2018, p. 17).

Número de empleos directos en la producción de carbón, grafito y otros minerales no metálicos en el Estado de Coahuila	Número *estimado* de empleos directos en la producción de carbón mineral en la Región Carbonífera de Coahuila
9,316	3,000

La minería del carbón es una actividad que genera numerosos impactos de tipo ambiental, habitualmente los impactos suelen concentrarse en el suelo, agua, aire, flora y fauna. En el caso del suelo, la minería de carbón tiene impactos que generan la alternación de la topografía local, las estructuras del suelo, el aumento de la erosión, la contaminación de suelos, su salinización y la alternación de rasgos físicos excepcionales. El cambio de uso suelo además condiciona y determina el uso posterior para otras actividades productivas, en virtud de los daños ambientales y las dificultades para recuperar las condiciones originales.

En materia de agua, la minería de carbón genera impactos ambientales significativos en virtud de la alternación de la red hidrográfica superficial y subterránea, la modificación del nivel freáticos, el aumento de cargas de sedimentos en cuerpos de agua, su salinización y la disolución de contaminantes. Ello se vincula también a riesgos a la salud asociados a la contaminación, y al condicionamiento de la calidad del agua que puede ser utilizada para consumo humano.

Los impactos ambientales a la flora y la fauna están relacionados con la alteración y fragmentación de los ecosistemas que se originan en durante las etapas de construcción y operación de las minas de carbón. En el caso de la flora, los impactos ambientales se concentran principalmente en la supresión de la cobertura vegetal, su fragmentación, la modificación de cadenas alimenticias, la eutrofización de los cuerpos de agua y la acumulación de contaminantes. En lo que respecta a la fauna, los impactos ambientales principalmente se refieren a la alteración de hábitats terrestres y acuáticos, el consecuente desplazamiento y pérdida de especies. Al igual que en el caso de las afectaciones a la flora, la minería del carbón puede constituir un riesgo para la situación de especies en peligro de extinción.

Un elemento central de interés para un proceso de sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía eléctrica tiene que ver con los impactos ambientales en términos de la calidad del aire. La minería del carbón genera gases, partículas y polvos fugitivas, que generan importantes impactos a la salud para los trabajadores de la industria y para las comunidades que se ubican en las áreas de influencia.

En la región carbonífera la minería del carbón se ha desarrollado a lo largo de más de un siglo, buena parte de su desarrollo histórico se realizó sin la debida consideración a los impactos ambientales. Hasta la entrada en vigor de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) a finales de la década de los 80, la industria no llevó a cabo procesos sistemáticos de evaluación de impactos ambientales, y en consecuencia, no existió una aproximación integral para el diseño de estrategias y medidas de mitigación, prevención y compensación de esos impactos. Incluso ahora, las actividades de la minería del carbón en la Región se realizan al amparo de autorizaciones de impacto ambiental en modalidad regional que abarcan a un número determinado de áreas concesionadas, sin que sea posible asociar una unidad, tajo o pozo, a una determinada Evaluación y Autorización de Impacto Ambiental. Esto ha llevado a una situación irregular que implica que hay minas en operación sin autorización de impacto ambiental.

En 2015, por ejemplo, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) realizó un programa de verificación de instalaciones mineras en la Carbonífera, detectando diversas irregularidades que derivaron en la clausura de varias unidades: se encontraron casos en las que se realizaban explotaciones dentro de la zona protegida del río Sabinas (protegido por la Convención RAMSAR por ser un humedal de importancia internacional), se identificó que algunas actividades se realizaban a menos de 300 metros de viviendas habitadas, se encontró también que las empresas no contaban con pólizas de garantía y seguros con montos que permitieran atender reparación de daños tal como lo establece la legislación.

La región carbonífera hoy constituye un pasivo ambiental de enorme importancia. Un proceso de transición gradual hacia el retiro y sustitución del carbón deberá abordar los legados de la minería del carbón en la zona, mediante procesos de remediación ambiental, en particular por el alto riesgo que supone para las comunidades ubicadas en las inmediaciones de minas que han cerrado operaciones y aquellas que deban hacerlo en el contexto de la transición.

Por otra parte, entre los impactos sociales habitualmente asociados a esta actividad extractiva, se puede identificar aquellos que se refieren ciertamente a la generación de

empleos y la contribución con la economía local y regional, no obstante, es preciso considerar que los empleos directos en la industria históricamente se han caracterizado por ser precarios y constituir un alto riesgo. Un carbonero en la región gana aproximadamente entre 900 y 1,500 pesos a la semana (OFPDC, 2017), y tradicionalmente queda excluido de los beneficios que se derivan de las negociaciones y el control de la venta de carbón. Además de los empleos, la minería del carbón también tiene impactos sociales relativos a las condiciones de salud, la modificación del paisaje, afectaciones al patrimonio histórico y arqueológico, etc. Es importante enfatizar la existencia de estos impactos, en última instancia deben integrarse al análisis de costos y beneficios que se derivan de un proceso de *coal phase-out*, en la medida que la transformación estructural de la economía regional representará una oportunidad para reducir aquellos riesgos e impactos asociados a la minería del carbón.

Panorama sobre el uso del carbón en la generación de energía

En México la generación de energía eléctrica a partir de centrales carboeléctricas representó el 9.2% de la energía total generada en 2018, con un total de generación bruta de 29,345 GWH (SENER, 2019).

COAHUILA

Central José López Portillo (Río Escondido)

Capacidad Instalada (MW)	1,200
Tasa de Emisión CO2 (kg/MW-h)	1,080.08
Emisiones Totales (t)	10,106,597.44

Central Carbón II

Capacidad Instalada (MW)	1,200 MW
Tasa de Emisión CO2 (kg/MW-h)	1,080.39
Emisiones Totales (t)	9,072,239.69

Fuente: Secretaría de Energía (2019) & Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)

En el país existen tres centrales carboeléctricas operadas por la Comisión Federal de Electricidad, mismas que están ubicadas en dos entidades federativas, Guerrero y Coahuila.

En la Región Carbonífera de Coahuila se localizan dos de las centrales, la central José López Portillo (Río Escondido), conocida como Carbón I, y la Central Carbón II, ambas ubicadas en el municipio de Nava. La central carboeléctrica Carbón I entró en operaciones el 21 de septiembre de 1982, y la central Carbón II el 2 de noviembre de 1993 (CFE *Informe Anual 2017*, 2018).

La CFE tiene un total de 2,271 empleados en el Estado de Coahuila. De ellos, 1,906 son trabajadores sindicalizados y 365 son trabajadores de confianza. El número de empleados considera tanto a los trabajadores de las centrales carboeléctricas, como a los trabajadores de la Central de Ciclo Combinado Saltillo, ubicada en Ramos Arizpe, así como el personal asignado a las representaciones de CFE en el Estado en las filiales de transmisión y distribución. Actualmente no es posible saber el número de trabajadores en las centrales carboeléctricas, pues no es información pública disponible.

Número de trabajadores de la CFE en el Estado de Coahuila
2,271

Como se señaló en el panorama histórico, cuando entraron en operación las centrales carboeléctricas se estimó que anualmente se consumirían cerca de 4.3 millones de toneladas de carbón térmico. Con el paso de los años, CFE ha adquirido distintos volúmenes de carbón, según los requerimientos técnicos y de generación contemplados en la operación de sus centrales carboeléctricas.

El proceso de adquisición de carbón ha sido una fuente permanente de conflicto, que ha tenido repercusiones importantes en la economía y los empleos de la región, principalmente afectando a los productores de la pequeña y mediana minería. También ha originado la creación y reproducción de relaciones clientelares y de poder, motivadas por el interés de diversos actores de asumir el control de los procesos de compra y venta del carbón.

Es importante destacar algunos elementos sobre el tema, ya que en los últimos 5 años la CFE ha ido sistemáticamente reduciendo la adquisición de carbón, lo que ha tenido diversas consecuencias como el cierre de minas y la pérdida de empleos en la industria del carbón en la Región Carbonífera, lo que configura escenarios que tradicionalmente

son considerados como riesgos potenciales adversos de un proceso de retiro del carbón de la matriz energética. La consideración de los fenómenos sociales y económicos que hoy están asociados a la reducción del volumen de compras de carbón de la CFE va a permitir visualizar dónde se ubican algunos de los puntos más críticos a considerar en una gestión adecuada de una posible ruta de *coal phase-out* en México.

En el contexto del inicio de operaciones de las centrales carboeléctricas, la CFE adquiría directamente el carbón de MICARE, fundada en 1977 entre otros propósitos, para realizar la exploración y explotación del carbón que requeriría la CFE para Carbón I. Cuando Grupo Acerero del Norte (GAN) compró AHMSA en 1992, MICARE se constituyó como una filial de AHMSA, y se mantuvo la relación de suministro de carbón con CFE, ahora también para Carbón II, que entró en operación en 1993. Todas las ventas de carbón térmico de MICARE Y MIMOSA (ambas del grupo GAN), se realizaban a través de Corporativo Industrial Coahuila (CICSA).

En 1994 se funda la Agrupación de Productores de Carbón, con el objetivo de agrupar a pequeños y medianos productores para ser proveedores únicos de la CFE. De acuerdo con Muller & Cárdenas (2016), la primera venta de la Agrupación a CFE fue por 313 mil toneladas de carbón para ser utilizado en la central Carbón I. La Agrupación fue incorporando a más socios dando lugar al surgimiento de la Unión Nacional de Productores de Carbón, "de 1995 a 2003, la Unión mantuvo alrededor de 67 socios, y sus ventas promedio anuales a CFE, fueron de 1.5 millones de toneladas de carbón, a un precio que osciló entre 232 y 312 pesos por tonelada del mineral." (Muller & Cárdenas, 2016, p. 14) Los mismos autores señalan que en ese periodo, la producción de carbón con fines de uso para la generación de energía eléctrica derivó en la creación de 3,600 empleos directos y 10,800 empleos indirectos.

A partir de 2003, y en virtud de regulaciones relacionadas con el capítulo de energía del Tratado de Libre Comercio (TLC), CFE adquiere la obligación de llevar a cabo la adquisición de carbón por medio de licitaciones públicas. En ese contexto, el Gobierno de Coahuila funda la Promotora para el Desarrollo Minero (PRODEMI), con el fin de garantizar la compra del carbón extraído por pequeños y medianos productores. La CFE deja de comprar directamente a pequeños y medianos productores, y empieza a celebrar contratos directamente con PRODEMI. (Ibarra, 2018, p. 6) La venta garantizada configuró un esquema clientelar, no pocas veces desprovisto de denuncias sobre presunta corrupción por parte de la Promotora.

Al respecto, Analí Ibarra (2018) destaca que PRODEMI "se convirtió en un cuello de botella que fracturó los procesos de extracción y de venta del carbón. El complejo

entramado que envuelve la comercialización del mineral tiene entre sus metas la obtención de las concesiones. Se crean empresas para obtener los contratos con la PRODEMI, pero no se dedican a la actividad. Los contratistas, que arriendan o subarriendan los terrenos concesionados, son los que realmente explotan las minas o los pozos en cuestión." (Ibarra, 2018, p. 6) Además de los contratos con pequeños y medianos productores, PRODEMI mantenía contratos con la gran minería, a través de Coahuila Industrial Minera (CIMSA).

Durante más de una década, PRODEMI concentró el negocio de la venta del carbón producido por pequeños y medianos productores. En 2012 promovió la celebración de un nuevo formato de compra con la CFE, los convenios multianuales; en ese año, se suscribió un contrato de 4 años en el que la CFE se comprometía a adquirir 3.3 millones de toneladas al año, a un precio de $927 pesos por tonelada de carbón. (Muller & Cárdenas, 2016, p. 15) En esos años proliferó también otro fenómeno importante, la explotación clandestina e ilícita del carbón. El mismo año que PRODEMI celebrara el convenio con CFE, el padrón de empresas de la Promotora fue auditada, a fin de asegurar que las empresas asociadas contaban con el título de concesión vigente, y acreditar la localización geográfica de las minas y pozos donde se realizaba la explotación del carbón. (Muller & Cárdenas, 2016, p. 16)

En 2012, la empresa Corporativo Industrial Coahuila, subsidiaria AHMSA, celebró con la CFE un contrato de 15 mil millones de pesos con duración hasta 2018, para adquirir carbón para la generación de energía. Al término de dicho contrato, AHMSA recibió otro contrato trianual de 21 millones de toneladas de carbón para consumo de las centrales carboeléctricas José López Portillo y Carbón II. A partir de la entrada en funciones de la nueva administración, los conflictos asociados a la compra de carbón se han intensificado. Las nuevas autoridades a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) han mantenido una línea en el sentido de poner fin al papel de los intermediarios, lo que ha derivado en conflictos con la PRODEMI y el Gobierno del Estado.

Entre 2019 y lo que va de 2020, la CFE ha comprado a los productores de carbón de la Región Carbonífera más de 400 mil toneladas de carbón, sin embargo, desde 2018 viene disminuyendo la cantidad de carbón que compra a pequeños productores de esa Región. En ese contexto, en 2019 se produjo una licitación de la CFE para comprar 330 mil toneladas de carbón. La mitad (165 mil toneladas), sería comprada a la empresa Minera y Acarreos Flores SA de CV, localizada en San Juan Sabinas y propiedad de Antonio Flores Guerra, y la otra mitad a PRODEMI, a repartirse entre empresas afiliadas a ese organismo. Ante la inconformidad por el fallo de esa licitación David Rangel Morales, representante legal de esa empresa, señaló que la oferta de Minera y Acarreos Flores fue 6 por ciento

menor al costo que se ofrecía pagar por cada tonelada de carbón, y eso fue atractivo para la CFE. Minera y Acarreos Flores recibiría mil 68.78 pesos por cada tonelada de carbón, mientras que PRODEMI 1,125.63 pesos por cada tonelada.

La adjudicación a la empresa Minera y Acarreos Flores generó la acusación de Zulma Guerrero Cázares, diputada local por UDC, en el sentido de que la CFE había puesto freno al acuerdo de compra, emergente y multi anual de carbón que el presidente Andrés Manuel López Obrador estableció con productores de Coahuila. También Óscar Fuentes Yáñez, presidente de la Unión Mexicana de Productores de Carbón, A.C. y César Luis Ceniceros Marín presidente de la Unión Nacional de Productores de Carbón, A.C protestaron por la "turbia licitación" de la CFE que benefició a un sólo productor. Señalaron que tenían un acuerdo con la CFE para que saliera un pedido emergente de 330 mil toneladas para beneficiar a todos los productores de la región carbonífera. Ante el fallo de la licitación, PRODEMI presentó un Recurso de Reconsideración ante la Instancia Colegiada de la CFE, argumentando que el concursante Minera y Acarreos Flores obtuvo información privilegiada relacionada con los precios que se ofertarían en el concurso, correspondiente a la oferta económica inicial, pues formó parte del grupo de empresas proveedoras de la misma.

Finalmente, la CFE decidió reponer el fallo del concurso adjudicando a PRODEMI las dos partidas por 165 mil toneladas de carbón mineral cada una, con un costo de 185 millones 728,950 pesos y 176 millones 348,700 pesos, respectivamente. La CFE informó en un comunicado que "en cumplimiento a la resolución de la instancia colegiada, y en apego a los protocolos de transparencia y anticorrupción que se han establecido en la empresa, realizó una nueva evaluación técnica y adjudicó las dos partidas para compra de carbón a PRODEMI" (CFE, 2019), en consecuencia, en julio de 2019 Manuel Bartlett Díaz, Director de la CFE y Javier Gómez Acuña, Director General de PRODEMI, firmaron el contrato para la adquisición de las 330 mil toneladas de carbón mineral. La CFE ha señalado que todas sus compras de carbón para las carboeléctricas Carbón II y José López Portillo, las realiza exclusivamente con tres proveedores que son Promotora para el Desarrollo Minero de Coahuila (PRODEMI), Coahuila Industrial Minera, S. A. y PROMINER, por lo que rechazó que tenga relación comercial o contractual con ningún otro productor de carbón en esa entidad.

En noviembre de 2019, Miguel Riquelme Solís, gobernador de Coahuila, acompañado de pequeños productores de la región carbonífera, se reunió con Manuel Bartlett y acordaron reanudar la venta de carbón en el cierre del año por 80 mil toneladas. Para el 2020, se busca que los pequeños productores logren un contrato para vender entre 1.2 y 2 millones de toneladas de carbón a la CFE. En marzo de 2020, Manuel Bartlett señaló en

entrevista que "pese a que la reforma energética limitaba la generación de energía eléctrica a partir del carbón, el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE), ya autorizaron que se defina un esquema de compra permanente a los productores de Coahuila". Afirmó que el presidente Andrés Manuel López Obrador se comprometió a asegurar la venta de carbón a los productores, lo que se va a cumplir bajo un nuevo esquema de compra directa y equitativa con los productores formales y sin intermediarios como la PRODEMI o acaparadores que históricamente han existido en Coahuila, quienes especulan con permisos de extracción de carbón. Señaló además que para cumplir con el compromiso presidencial la Secretaría de Economía realizará un censo o padrón de productores de carbón en el estado para comprarles directamente el material.

Sin embargo, las compras para el año 2020 se han detenido, lo que ha ocasionado diversas manifestaciones los distintos grupos de interés en la Región Carbonífera, y el cierre de minas en toda la Región Carbonífera. Los productores han denunciado que la crisis económica y la pérdida de trabajos asociados a la producción de carbón mineral se han exacerbado, poniendo en riesgo a más de 15 mil familias. Los productores han reiterado la necesidad de que CFE opere al 100% de su capacidad sus centrales de carbón, para asegurar condiciones de estabilidad en la producción y los ingresos en la Región, incluso han señalado el interés de que CFE reactive un proyecto de construir una nueva central carboeléctrica. En marzo de este año, la Secretaría de Economía y la Representación de Programas de Bienestar en el Estado de Coahuila, iniciaron un proceso para construir un padrón de productores. En una reunión realizada el 15 de marzo de este año, 96 representantes de pequeñas y medianas empresas presentaron la documentación que les acreditaba como productores formales, con el fin de ser considerados por CFE en el proceso de adquisición de carbón que se prevé para este año. A continuación, se muestra la lista de las empresas que participaron en dicha reunión. Es importante destacar que ni la Secretaría de Economía, ni la Comisión Federal de Electricidad tienen certeza de cuántas y cuáles empresas pequeñas y medianas efectivamente se dedican a la explotación del carbón, y cuántas y cuáles lo hacen cumpliendo las regulaciones laborales, de seguridad social, y ambientales. Para los efectos del diseño e implementación de una ruta de *coal phase-out* será crítico contar con esa información, para poder dimensionar el número de personas que están efectivamente vinculadas a la explotación del carbón y su uso en la generación de energía.

Pequeñas y Medianas empresas Productoras de Carbón que entregaron documentación para ser integradas en un Padrón o Censo de la CFE.		
Geotop Servicios Topográficos	Minera EPCE	Mije G
El Comandante	Minera Carbonífera Los Lirios	Beneficios Carboniferos AJ
Consorcio Minero AG	King Crab Mining	Carbones y Derivados del Norte
BIDIT	Micarán	Consorcio Oasis Minería
Transporte SUMIFER	Minera Jipa	Compañía Minera El Pinabate
Carbonífera La Gloria	Minera Carbonífera Las Cuatas	Guadalupe Ramón Rodríguez
Derivados Rovirosa	Fluorita de Muzquiz	Desarrollos Carbonero Mexicanos
Comercializaciones Dizna	Carbonífera La Esperanza	Servando Guerra
Minera Siderurgica de Coahuila	Búfalo General Group	Integración Minera
Carbonífera Carenni	Infraestructura Minera Catamco	Comercializadora Jomagga
Minera Fuga	Coal de Sabinas	Rodamientos y Equipos
Minerales y Acarreos del Norte	Minerales Don Chilo	Minera Dos Ríos
Industrial del Carbón Signum	Taka Química Aplicada	Minera Dalma
Consorcios Mineros Gove	Compañía Minera Díaz	Comercializadora Sabinas
Servicios Mineros del Norte	Empresas Bartelo	Rino Plasma
Minera Zeduvik	Minera Carbonífera Las Dos Glorias	Drumak
Minera Carbonífera Los Compadres	Carbonífera La Estrella	Gonzalva Mining
Carbonífera DALUPA	Desarrollos de Carbón El Arca	Grupo Empresarial MG
Minerales Energéticos e Industriales	Proyectos y Construcciones DAMM	Arcilla de México
Grupo SACU	Minera ELMA	Minera el Retoño
Black Fossil	Multiservicios La Chata	Minerales de Nueva Rosita
Vagu de Sabinas	Minerales Rolch	Operadora y Suministros Vikrel
Gruma Coal Company	Fósiles Minerales	El Fénix Tecnoservicios
Minerales La Florida	Consorcio Mineros Carbonífera	Minerales Amarani
Minera Especailizada Líbano	Carbonífera El Gato	Long Mining Group
Minería y Acarreos de Carbón	MIGARAL	Minera Flores de la Carbonifera
Minera Carbonifera Casari	SANLUBA	El Volcán Consorcio
Carbonífera El Mimbre	Minerales y Transportes	Morales Mining
Grupo Constructor de la Carbonifera	Prot Rosita	Explotaciones de Carbón Cloete
Comercializadora Día Iribaren	Seguimos en el Carbón	Grupo Dorka Comercial
Fletexpreso Sabinense	Minera Kokanapo	El Fénix Tecnoservicios
RSY Minera	Arrendadora y Servicios del Norte	Cortes y Estructuras Agujita

Fuente: Elaboración propia

Así como se identificaron los principales impactos ambientales y a la salud de las actividades mineras, resulta relevante destacar aquellos vinculados a la propia operación de las centrales carboeléctricas de la CFE. Uno de los elementos de mayor preocupación en torno a la operación de una central carboeléctrica es el riesgo a la salud que representan por el mercurio que se libera por la quema del carbón. De acuerdo con la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), el mercurio que se emite a la atmósfera termina depositado en el suelo lo que puede comprometer diversas actividades productivas, económicas y sociales en virtud de la contaminación del suelo y el agua. La exposición al mercurio puede afectar funciones biológicas del cuerpo, generar impactos en los sistemas neurológicos, afectar el sistema endócrino y ocasionar nefropatías por acumulación de partículas en los riñones. La toxicidad de este compuesto es especialmente preocupante en la primera infancia, y está asociada al aumento de enfermedades cardiovasculares, enfermedades coronarias, y diversos efectos neurológicos, tanto para las personas mayormente expuestas, por ejemplo, los trabajadores de una central carboeléctrica, como para las comunidades ubicadas en un área de influencia directa de estas instalaciones.

El uso del carbón en la generación energía: visiones de los actores

Las directrices sobre transición justa y las experiencias de *coal phase-out* estudiadas muestra la importancia de que la gestión de estos procesos tenga como uno de sus pilares centrales la participación de las y los actores interesados. El cambio estructural que derivará del retiro y sustitución del carbón de la generación eléctrica requiere, ineludiblemente, de consensos amplios para asegurar la legitimidad de los procesos, y de la concurrencia de múltiples actores y grupos con distintos tipos de interés y niveles de responsabilidad. La participación, desde esta perspectiva, se configura como condición de posibilidad para una gestión exitosa del proceso.

Ahora bien, las directrices de transición justa contemplan también el respeto de los derechos humanos. Un enfoque de derechos permite trascender el enfoque de diálogo-consenso-legitimidad; en la medida que reconoce la participación como el derecho que tienen las personas a incidir en la toma de decisiones sobre cuestiones que les afectan.

Desde este enfoque existen, por un lado, autoridades que toman decisiones y que respecto de ellas tienen la obligación constitucional de garantizar, proteger, respetar y promover el derecho a la participación antes, durante y después de su adopción; y por otro, un conjunto de sujetos que son titulares del derecho a participar, y que para

realizarlo requieren de información oportuna, adecuada y suficiente, así como de procedimientos y mecanismos sistemáticos, continuos, transparentes e inclusivos.

En el contexto de este estudio se privilegia el enfoque de derechos, y en esa medida, las y los actores en el contexto de la adopción de las decisiones relativas a una ruta de *coal-phase out* se identifican sobre la base de quién puede ser directamente afectado, y quien puede tener un interés en el proceso. Para el caso de la Región Carbonífera se identifican preliminarmente cinco grandes grupos de actores que deberán ser considerados en el proceso de retiro y sustitución gradual del carbón de la generación eléctrica. (Ver Imagen 1)

GRUPO 1: *Autoridades y Representantes Nacionales, Subnacionales y Locales con mandatos relevantes para una ruta coal phase-out.*

El Grupo 1 está integrado por las autoridades del Gobierno Federal que tienen mandatos, atribuciones y funciones legales en materia de energía, minería, trabajo, seguridad social, economía, medio ambiente, salud y desarrollo social. En este primer grupo se ubica también la empresa productiva del Estado a cargo de la operación de las centrales carboeléctricas.

A nivel subnacional, el Grupo 1 contempla a las autoridades del Gobierno Estatal, incluidos sus órganos administrativos con mandatos, atribuciones y funciones legales en los sectores relevantes, así como las entidades públicas que tienen incidencia de orden regional.

A nivel local, en el Grupo 1 se consideran las autoridades municipales (Presidente Municipal y Regidores), y los órganos administrativos con funciones vinculadas al desarrollo territorial, económico y social de los municipios que integran la Región Carbonífera.

El Grupo 1 está compuesto también por las y los representantes del Poder Legislativo Federal y Local, destacando las y los integrantes de Comisiones de las Cámaras relacionadas con la energía, la minería, el trabajo, el medio ambiente, y muy destacadamente con el presupuesto público. Además, las y los Senadores por el Estado de Coahuila, Diputadas y Diputados Federales electos en circunscripciones electorales en el Estado de Coahuila, y Diputadas y Diputados Locales electos en circunscripciones de la Región Carbonífera.

GRUPO 2: *Comunidades de la Región que serán directa e indirectamente afectadas por un proceso de retiro gradual del carbón.*

El Grupo 2 está conformado por las comunidades de los municipios que conforman la Región Carbonífera de Coahuila: Melchor Múzquiz. Sabinas, San Juan de Sabinas, Progreso, Escobedo y Juárez, en los que habitan más de 183 mil personas, y que conforman territorialmente un área de influencia directa en lo que respecta a la producción de carbón de mineral.

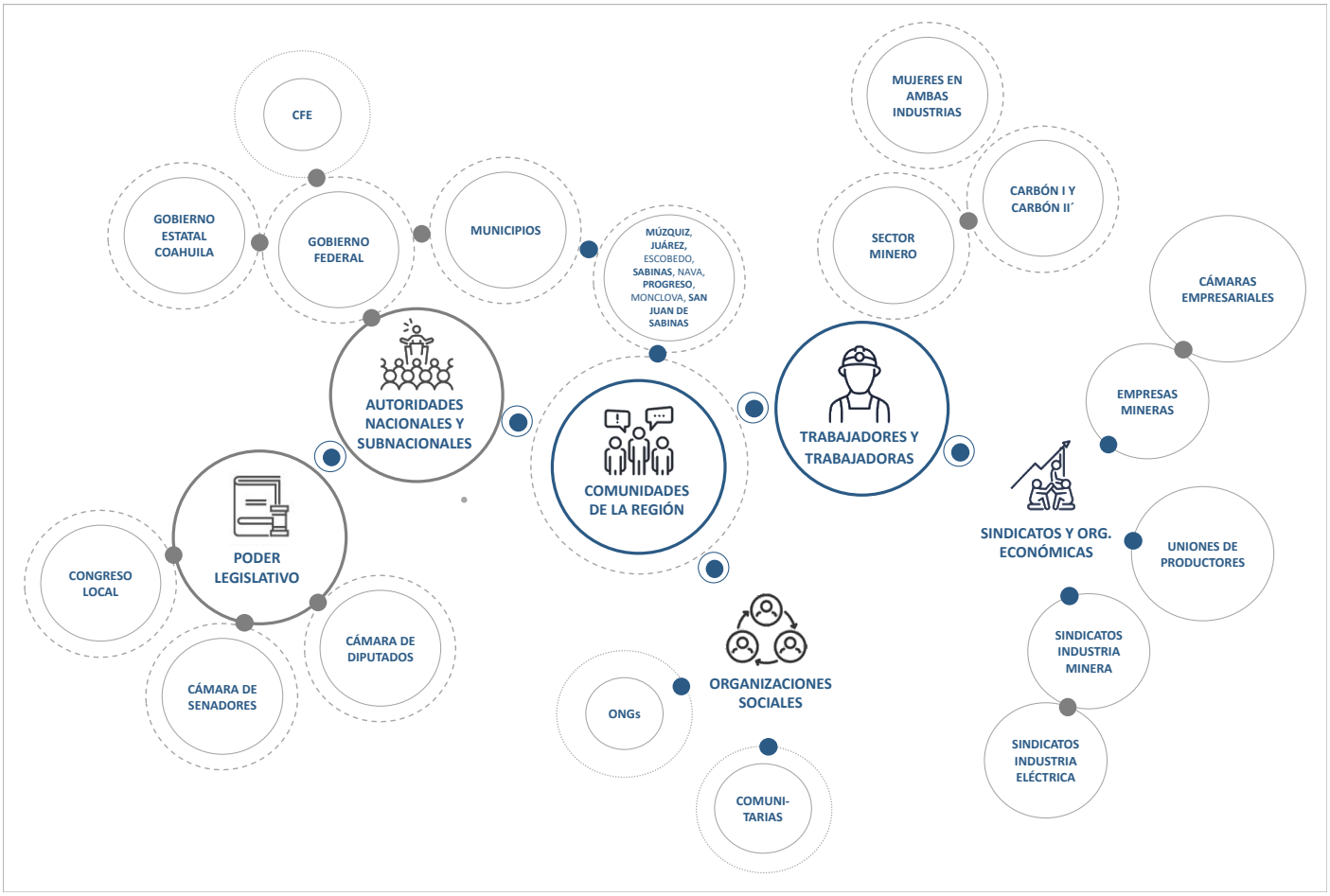
En el Grupo 2 también se consideran a las comunidades del municipio de Nava, habitado por más de 30 mil personas, y donde se ubican geográficamente las dos centrales carboeléctricas actualmente en operación en el Estado de Coahuila.

GRUPO 3: *Trabajadoras y trabajadores de la industria del carbón mineral que suministran a CFE para la generación de energía, y trabajadoras y trabajadores de las centrales carboeléctricas.*

El Grupo 3 considera a las trabajadoras y trabajadores que forman parte de las grandes, medianas y pequeñas empresas productoras del carbón mineral que es usado en las carboeléctricas operadas por CFE, y que en la región son tres grandes empresas, y entre 80 y 90 medianas y pequeñas empresas. Este Grupo 3 también está conformado por el personal sindicalizado y de confianza que trabaja en las centrales Carbón I y Carbón II.

Adicionalmente, el Grupo 3 considera indirectamente a las personas que trabajan en industrias relacionadas con la producción del carbón y la generación de energía eléctrica en la Región, así como las personas cuyos trabajos dependen de la economía del carbón. En este Grupo 3 deben prestarse especial consideración al universo de futuros trabajadores y trabajadoras, que en un horizonte temporal hacia el 2030 ingresarán al mercado laboral de la región.

Imagen 1. Grupos de Actores Interesados



GRUPO 4. *Organizaciones, asociaciones y cámaras económicas, empresariales y gremiales de la industria de la minería del carbón y la industria eléctrica.*

El Grupo 4 está conformado por las organizaciones que agrupan y representan los intereses de las empresas y los trabajadores de la industria minera del carbón. En el grupo se consideran los sindicatos de la industria minero-metalúrgica, y los sindicatos de la industria eléctrica, considerando las secciones pertenecientes a la Región Carbonífera. El Grupo 4 contempla a las Uniones y Frentes que se han creado para representar y defender los intereses de pequeños y medianos productores, así como a las cámaras empresariales nacionales y sus representaciones estatales y locales (mineras, transportistas, y de la construcción).

GRUPO 5. *Organizaciones sociales y comunitarias de la Región Carbonífera con objetos sociales de interés para una ruta gradual de retiro del carbón en la generación de energía eléctrica.*

El Grupo 5 está integrado por organizaciones sociales de la Región Carbonífera cuyo objeto social esté vinculado con la producción del carbón en general, y su uso en la generación de energía eléctrica en particular.

Destacan las organizaciones con agendas de trabajo orientadas a la defensa de derechos humanos y laborales de las y los trabajadores mineros, así como aquellas con agendas vinculadas al cambio climático y aspectos ambientales de la minería. Respecto de las organizaciones comunitarias, se consideran aquellas que puedan tener agendas amplias vinculadas al desarrollo sostenible de la Región Carbonífera.

Las posiciones de las y los actores

La Región Carbonífera de Coahuila atraviesa por una profunda crisis económica, vinculada a un declive en la producción de carbón, y a la sistemática reducción de las compras de carbón mineral por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La crisis se ha agudizado a raíz de la incertidumbre jurídica en la que se encuentra AHMSA, dando lugar al cierre de minas y a la consecuente pérdida de empleos. Muchos actores hablan de la necesidad incluso de realizar declaratorias de emergencia económica para la región, pero ninguno plantea una visión de largo plazo que aborde la falta de diversificación económica, industrial y productiva de la región.

En el contexto de este estudio parece oportuno señalar que, en algún sentido, la Región Carbonífera experimenta efectos adversos que resultan de procesos retiro gradual del carbón que no han sido planeados y gestionados.

Si bien no se ha realizado un planteamiento formal de transitar una ruta de *coal phase-out*, en los hechos, la región, las comunidades y las personas empleadas en la industria minera del carbón ya experimentan impactos derivados del retiro gradual de este mineral, ya sea porque la CFE tiene un volumen importante de *stock* de carbón, o bien, porque no opera sus centrales al total de su capacidad instalada.

Un análisis de las posiciones públicas de las y los actores en torno a la actual coyuntura de crisis, permite advertir quiénes son los actores y cuáles son sus visiones, intereses, preocupaciones y demandas. En esta sección se presentan los resultados de una revisión hemerográfica de los posicionamientos públicos más importantes, que en conjunto nos ofrecen un valioso panorama para la construcción de la propuesta de ruta de *coal phase-out*.

Posiciones de las autoridades

En el caso de las autoridades, ninguna se ha pronunciado públicamente respecto de un retiro gradual del carbón de la matriz energética. Se tiene registro, sin embargo, de posicionamientos en el sentido de que entre los planes del Gobierno actual está el de mantener la operación de las centrales carboeléctricas hasta el término de su vida útil (así lo ha expresado el director general de la CFE, y el director de operaciones en diversas ocasiones). Los principales posicionamientos de las autoridades en los últimos dos años han girado en torno a los procesos de compra y venta del carbón, y a la relevancia que estos tienen para asegurar la economía regional y la protección de los empleos.

El presidente de la República, por ejemplo, en el contexto de una gira de trabajo en el municipio de Sabinas en mayo de 2019, se comprometió ante pequeños productores a "intervenir" ante la CFE para continuar el abastecimiento del carbón, y para asegurar "un acuerdo con los productores de carbón, que sea (…) de tres años o de seis años para que se mantenga la gente de trabajo y haya bienestar para los trabajadores del carbón."

Las autoridades también se han pronunciado en torno los procesos de compra de carbón a grandes empresas anteriores a la administración actual, destacando presuntos actos de corrupción e irregularidades. Sobre este tema destacan las posiciones del titular de la Comisión Federal de Electricidad, quien ha señalado en reiteradas ocasiones que los contratos multianuales con Corporativo Industrial Coahuila, subsidiaria de AHMSA, han sido inadecuados.[2] En marzo de este año, incluso señaló que "pese a que la reforma energética limita la generación de energía eléctrica a partir del carbón", el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE), "ya autorizaron que se defina un esquema de compra permanente a los productores de Coahuila".
Respecto de la forma en que la CFE llevará a cabo los procesos de compra del carbón, se ha trazado públicamente una línea en el sentido de asegurar la venta de carbón a los productores, bajo un nuevo esquema de compra directa y equitativa con los productores formales y sin intermediarios ·como la PRODEMI, o acaparadores que históricamente han existido en Coahuila, quienes especulan con permisos de extracción de carbón".

En el intento de la actual administración de replantear el esquema de compra destaca un interés de limitar la participación e intermediación de PRODEMI, disminuyendo la influencia del Gobierno Estatal sobre el proceso. En cambio, el actual Delegado de

[2] En efecto, en 2012 AHMSA suscribió un contrato con la CFE por 15 mil millones de pesos, con una duración hasta 2018. Ese mismo año, en el mes de junio (un mes antes de las elecciones presidenciales), CFE otorgó un nuevo contrato por 21 millones de toneladas de carbón. Debe destacarse que en la actual administración se solicitó la detención del propietario de AHMSA, cuyo proceso de extradición desde España se encuentra actualmente en curso.

Programas de Bienestar (entidad que tiene funciones de representación del Gobierno Federal en el Estado de Coahuila), ha iniciado un proceso para el levantamiento de un Censo de Productores que facilite a la CFE la reactivación de las compras directas[3]. El delegado ha señalado que para el Gobierno Federal: "Hay una apuesta sin duda por reactivar la economía del lugar y la producción de las carboeléctricas", porque "si dejas de producir a base de carbón, destinas la región a desaparecer. Y no podemos permitir que eso pase".

En lo que respecta a las autoridades del Gobierno Estatal destacan los pronunciamientos en el contexto de negociaciones con la CFE para reactivar la compra y venta del carbón en la región. El Gobernador del Estado de Coahuila ha insistido en la necesidad de que se ofrezcan contratos multianuales, que permitan dar certidumbre a una producción que permita vender anualmente entre 1.2 y 2.0 millones de toneladas de carbón mineral a la Comisión. En temas más amplios que involucran a la Carbonífera, se puede destacar el diagnóstico que realiza sobre la región el Gobierno del Estado, a partir del Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023, en él es posible identificar algunos elementos clave:

Desde la perspectiva del Gobierno Estatal, la Región Carbonífera hace frente, además, a perspectivas poco favorables por la política de transición energética, que ha fijado plazos para reducir drásticamente el uso de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica y se considera importante prever la búsqueda de usos alternativos al carbón, distintos a la generación de energía, dadas las metas del Programa Especial de la Transición Energética.

Adicionalmente reconoce la presencia de importantes pasivos ambientales. Conforme al Programa, a actividad industrial y la generación de energía eléctrica mediante el consumo de carbón sitúan al estado en el segundo lugar nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, con una generación de 13 toneladas por habitante. En materia de desarrollo económico sustentable se plantea dar prioridad a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y apoyar a los productores mineros, en articular a los del carbón, en las gestiones de contratos de compra y mejores precios.

La crisis actual de la Carbonífera también ha sido abordada por representantes de los poderes legislativos federal y estatal. En marzo de este año, por ejemplo, el presidente de la Comisión de Energía de la Cámara de Senadores señaló avances en la negociación

[3] Dado que anteriormente PRODEMI fungía como intermediaria, ni el Gobierno Federal ni la Comisión Federal de Electricidad contaban con información de primera mano respecto del número real de pequeños y medianos productores. Además, a lo largo de los años se han configurado prácticas inadecuadas que impiden tener certeza del número total de empresas trabajando formalmente (es decir con un título de concesión, un debido registro ante al SAT, certificados de inspección de seguridad e higiene, y con una autorización de impacto ambiental).

con la CFE para licitar 735 mil toneladas de carbón, lo que permitiría asegurar compras a un ritmo de 80 a 90 mil toneladas mensuales. Además se presentó un Punto de Acuerdo en el que legisladores y legisladoras de distintos Grupos Parlamentario solicitaron que para coadyuvar a la reactivación de la economía se considere la posibilidad de emitir un decreto para declarar como zonas de emergencia económica tanto la región Carbonífera como la región Centro, y que se considere el impuso de "acciones, exenciones o estímulos que puedan generar condiciones que aporten certidumbre económica a ambas regiones, para con ello, poder recuperar económicamente las zonas y así poder garantizar el bienestar de la población de las localidades que dependen de estas importantes industrias."

En lo que respecta al Congreso local, el presidente de la Junta de Gobierno ha señalado la necesidad de establecer procesos de compra equitativos, dejando entrever una situación crítica en torno a quiénes son los beneficiarios reales de los procesos. Respecto a la licitación de CFE de 2019 señaló que "la cantidad de toneladas de carbón para surtir que ganó el empresario de la región, dudo que tenga la capacidad para surtirlas y regresaremos a la compra a mal precio de los pequeños productores para que una sola persona cumpla esos pedidos."

En marzo de este año, el Congreso del Estado también presentó un punto de acuerdo en el que exhortan al Gobierno Federal a reanudar las licitaciones para la compra del carbón, para que se declare zona de emergencia económica a las regiones Centro y Carbonífera, y que se concedan prórrogas a empresarios para el pago de aportaciones al IMSS y a INFONAVIT.

Por su parte, La Comisión de Energía, Minería e Hidrocarburos del Congreso del Estado, mostró su postura y apoyo en torno a la grave problemática que enfrenta el sector minero de la región Carbonífera y norte de Coahuila, por lo que cinco diputadas se reunieron con directivos de las dos uniones de productores de carbón. Encabezados por la diputada Zulmma Guerrero Cázares, (PAN-UDC) presidenta de la Comisión acompañadas de las diputadas Boreque Martínez González, (PRI) Rosa Nilda González, (PAN) Gabriela Garza, (PAN) y Josefina Garza (PRI), se reunieron con César Ceniceros Marín de la Unión Nacional de Productores de Carbón y Óscar Fuentes Yáñez de la Unión Mexicana de Productores de Carbón, quienes plantearon a los legisladores buscar el restablecimiento en las compras de carbón a la CFE y con ello reactivar la economía de los 5 municipios de la región carbonífera y con alcance en municipios de otras regiones. Asimismo, se planteó el restablecimiento de Programa de Desarrollo y Fortalecimiento de la Región Carbonífera, creado para apoyar a las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la explotación del carbón en la comercialización de su producción

La narrativa de las autoridades, como se puede observar, está fuertemente centrada en los procesos de compra y venta del carbón, reflejando las tensiones relacionadas entre los actores políticos y económicos que tradicionalmente han controlado ese proceso.

Posiciones de las y los trabajadores y sus representantes

Las posiciones que pueden ser rastreadas a través de la revisión hemerográfica abarcan principalmente a las asociaciones civiles que agrupan a pequeños y medianos productores de carbón, y a cámaras que agrupan a empresas vinculadas a la cadena de valor del carbón. En todos los casos los pronunciamientos se refieren a la crisis sistémica asociada al declive en la producción del mineral. Al igual que en el caso de las autoridades, no se identificaron posiciones relativas a procesos de transformación regional de largo plazo en un escenario de sustitución y retiro del carbón de la generación eléctrica.

La Unión Nacional de Productores de Carbón A. C., ha señalado que, en los últimos cuatro años, más de 7 mil trabajadores han sido despedidos de las minas, tajos y tiros verticales (pocitos). Su titular planteó que se trata de "la peor crisis que hemos vivido en más de medio siglo. Empezó hace como cuatro años derivado de la reforma energética del expresidente Enrique Peña Nieto, porque su gobierno privilegió a las empresas de EU, España, Francia y de otros países que producen electricidad con base en el gas importado". De acuerdo con la Unión, la única alternativa viable para las empresas que se han quedado semiparalizadas es que la CFE renueve los contratos multianuales por un mínimo de cuatro años, adquiera 3 millones 300 mil toneladas de carbón por año de los pequeños productores y que se respete el precio de garantía de mil 242 pesos por tonelada de carbón con tope a la baja y abierto al alza.

En el caso de la Unión Nacional de Auténticos Mineros A. C., se ha planteado el incumplimiento de la CFE en diversos acuerdos originando el cierre de empresas y la liquidación de trabajadores. Esta agrupación también señala como un hito la Reforma Energética, pues antes de esta, los pequeños productores históricamente habían surtido el 33 por ciento del carbón por más de 15 años, lo que representaba contratos anuales por 3.3 millones de toneladas de carbón al año.

En el caso de las Uniones de productores se ha identificado un aspecto relevante, la constitución en febrero de 2020 de una alianza formal (primera en su tipo) entre la Unión Nacional de Productores de Carbón, A.C. y la Unión Mexicana de Productores de Carbón, A.C. La alianza tiene como principal objetivo un compromiso de unidad para fijar los

precios de comercialización de los pequeños y medianos productores. Los puntos específicos en la agenda que será promovida a través de un Consejo único con representación de cinco miembros de cada Unión es la siguiente:

- Buscar la mejor forma de comercialización del carbón producido en la Región Carbonífera por los pequeños y medianos productores;
- Crear nuevas fuentes de financiamiento para el desarrollo y el fortalecimiento de los pequeños y medianos productores de Coahuila;
- Retomar y reforzar la seguridad y capacitación en las operaciones mineras de la región; e
- Implementar un fideicomiso tripartito, donde participe el gobierno federal, estatal y los productores, para aportar recursos para el desarrollo y la reconversión de la Región Carbonífera a largo plazo.

Además de las Uniones, es posible identificar posicionamientos de la Cámara Nacional de Comercio (CANACO) en Sabinas, la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) en Monclova, COPARMEX Coahuila, CMIC, y la Unión de Organismos Empresariales en Coahuila. Sus pronunciamientos se refieren fundamentalmente a la crisis económica de las regiones Centro y Carbonífera, la situación relacionada con el cierre de empresas y pérdida de empleos. Las Cámaras han aludido el posible riesgo en el que se encuentran entre 20 y 23 mil empleos. En el primer trimestre de este año, las Cámaras se sumaron a una manifestación en contra de la CFE, junto a los Presidentes Municipales de Sabinas, San Juan de Sabinas, Melchor Múzquiz, Progreso y Juárez.

Finalmente, en lo que respecta a las asociaciones gremiales, destaca la manifestación organizada por la Confederación Nacional de Transportistas Mexicanos (CONATRAM). En efecto el ramo de transporte también ha visto afectadas sus operaciones, señalando pérdidas económicas por 50 millones de pesos, asociados a la pérdida de contratos para transportar el carbón hacia las centrales Carbón I y Carbón II.

El dirigente de la CONATRAM en la Carbonífera ha señalado que han parado entre 400 y 500 unidades de transporte, de manera puntual ha expresado: "Ya nos está pegando y muchos de los compañeros ya dieron de baja a operadores, estamos sufriendo las consecuencias por falta de trabajo, yo pienso que más o menos es un 30 o 40 por ciento a nivel región, en la organización contamos con 120 agremiados y muchos de nosotros paralizados porque ya no tenemos operadores, ni para combustible, ni para ningún pago (…) Tenemos sin trabajar desde el 8 de diciembre y ahorita ya son casi tres meses sin cargar ni un kilo de carbón, sabemos que había 400 mil toneladas de emergencia, pero

no hemos visto nada de efectivo de esas toneladas que nos prometió el senador Guadiana."

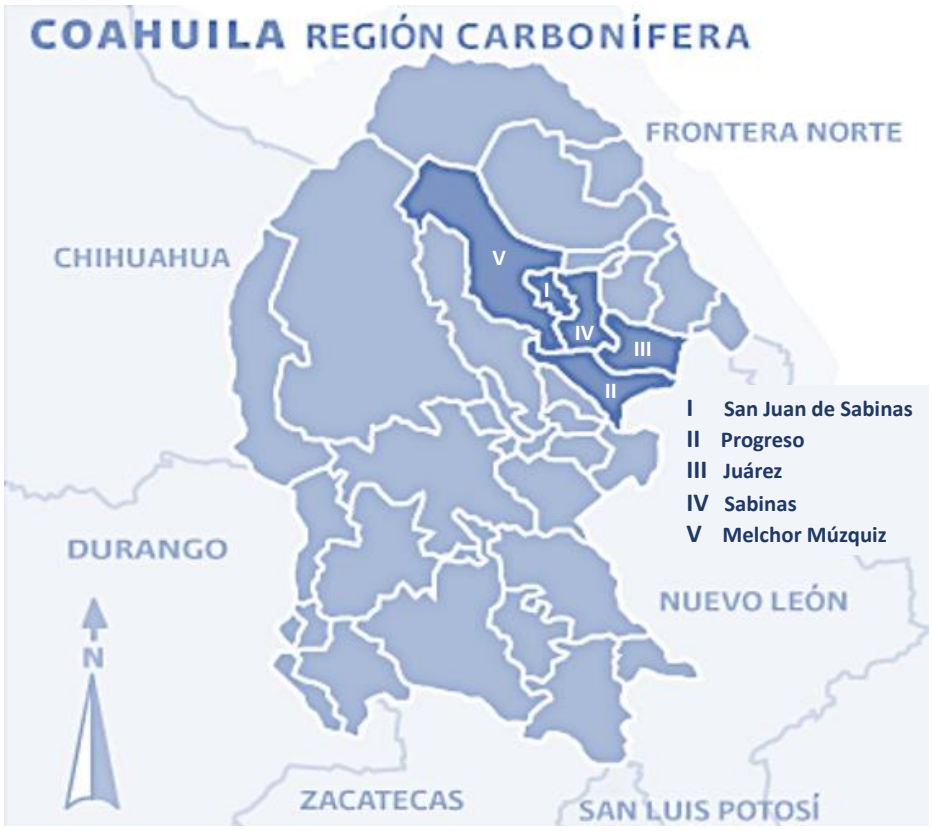
En el caso de las organizaciones sindicales que representan los intereses de las y los trabajadores dedicados a la minería del carbón poco se ha señalado con respecto a la situación en la Carbonífera. Ello lo explica en buena medida un conflicto sindical por la disputa de la representación, mismo que se ha judicializado y que involucra al Sindicato Nacional Minero Metalúrgico Frente, a la Unión Nacional de Sindicatos Minero-Metalúrgicos y Metal-Mecánicos de México (UNASIM), al Sindicato Nacional de Trabajadores Mineros, Metalúrgicos, Siderúrgicos y Similares (SNTMMSSRM), y al Sindicato Nacional Democrático de Trabajadores Mineros, Metalúrgicos, Siderúrgicos y Conexos (SNDTMMSC). En el caso del SUTERM que mantiene relaciones contractuales con los trabajadores de la CFE no se han registrado posicionamientos vinculados al tema de interés.

Posiciones de organizaciones sociales

Las organizaciones sociales con agendas de trabajo en la Carbonífera orientan sus posicionamientos en torno al acompañamiento de casos en los que han perdido la vida trabajadores, la defensa de los derechos humanos de los mineros, así como la situación en la que se encuentra el trabajo infantil que son contratados en minas que operan de forma irregular e ilegal. Una de las organizaciones que destaca por su trabajo en la región es la Organización Familia Pasta de Conchos. Respecto de los procesos de compra y venta de carbón, la organización ha denunciado presuntos actos de corrupción. En un informe público identificaron que las empresas que participan en las subastas de CFE no son empresas extractivas, sino "coyotes" que ofrecen un precio menor al costo de extracción con el objetivo de que les sean adjudicados los contratos. Incluso mencionan que los empresarios incluían desechos de carbón en el producto entregado a la CFE. Más aun, la organización ha identificado que distintas empresas operan bajo un esquema según el cual los trabajos de extracción se realizan fuera de los polígonos de los títulos de concesión, y sus operaciones no cuentan con Manifestación de Impacto Ambiental. La OFPC ha señalado que "las licitaciones o concursos implementados por la CFE no solo no resolvieron el problema de la corrupción, sino que posibilitaron la continuación de las mismas prácticas (..) dada la determinación de favorecer a políticos y empresarios que devastan a los mineros, sus familias y el medio ambiente."

Las comunidades de la Región Carbonífera

El Estado de Coahuila se divide en cinco grandes regiones geográficas y está conformado por 38 municipios.[4] La Región Carbonífera representa el 10% del territorio total del Estado, con una superficie de 16,040 km^2. Esta Región, como se observa en el mapa, comprende 5 municipios ubicados en el noreste del Estado: **San Juan de Sabinas, Múzquiz, Sabinas, Juárez y Progreso.** En los municipios de la Carbonífera se localizan un total de 1,590 localidades (INEGI, 2010), viven 180,734 personas, y se identifican un total de 52,379 viviendas particulares habitadas (INEGI, 2015).



[4] Las cinco regiones y los municipios que abarcan son: Región Sureste (5), Región Laguna (5), Región Centro-Desierto (13), Región Norte-Cinco Manantiales (10), y Región Carbonífera (5).Conforme al objetivo del Estudio de Caso resultan relevantes la Región Carbonífera (por ser la mayor productora de carbón mineral), la Región Norte-Cinco Manantiales (por cuanto ahí se ubica el municipio de Nava, donde se localizan las centrales carboeléctricas de la CFE), y la Región Centro (en virtud de que ahí se encuentra el municipio de Monclova, centro político y económico vinculado a la cadena de valor del carbón).

Localidades de Interés en la Región Carbonífera

Conforme a los datos del último Censo de Población y Vivienda, en la Región hay un total de 1,590 localidades de las que 1,288 tienen 0 o 1 habitantes[5]. En aquellas localidades con 10 habitantes o más (302 localidades), el 97% son localidades rurales y el 3% localidades urbanas, 292 y 10, respectivamente.[6] Para los propósitos de este análisis sólo se consideran aquellas localidades con más de 10 habitantes, y específicamente aquellas cuyo número de habitantes permiten advertir la presencia de una comunidad.[7]

Tabla 1. Número de localidades en la Región Carbonífera con más de 10 habitantes, por municipio y tipo de localidad

MUNICIPIO	Localidades Rurales	Localidades Urbanas	Total de Localidades
Juárez	30	1	31
Melchor Múzquiz	124	4	128
Progreso	28	1	29
Sabinas	58	2	60
San Juan de Sabinas	52	2	54
TOTAL	**292**	**10**	**302**

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2010

De las 302 localidades identificadas que tienen más de 10 habitantes y más de 1 vivienda, es posible identificar 46 localidades de interés, que se ubican fundamentalmente en Múzquiz (15 localidades), y San Juan de Sabinas (10 localidades). [8] (Ver Tabla 1). De ellas, 21 concentran al 98% de la población, destacando las cabeceras municipales de los

[5] De acuerdo con el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), la localidad se define como el lugar ocupado con una o más edificaciones utilizadas como viviendas, las cuales pueden estar habitadas o no, este lugar es reconocido por un nombre dado por alguna disposición legal o la costumbre. El número de localidades puede variar año con año, y debe prestarse especial atención a la consideración de que la identificación de una comunidad, en tanto grupo social con relaciones históricas, económicas, políticas, sociales, culturales y territoriales no debe ser asimilada a la existencia de una localidad.

[6] Conforme al INEGI, el tipo de localidad urbana o rural se define en función del número de habitantes que tiene la localidad. Una localidad se considera rural cuando tiene menos de 2,500 habitantes, y una localidad urbana aquella en la que viven más de 2,500 personas.

[7] Esta distinción es relevante pues en el contexto de la Carbonífera, una localidad puede ser una ranchería en la que trabajan temporalmente las personas, o bien, un asentamiento temporal vinculado al trabajo en una explotación minera. En cualquier caso un estudio a profundidad permitirá valorar cuáles localidades configuran una *comunidad*, y cuáles un asentamiento de población que por distintas causas se identifica en un tiempo y lugar específico, ambos importantes pero con efectos distintos para el tipo de consideración que deberá hacerse en el contexto de un proceso de sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía eléctrica.

[8] Juárez (6 localidades): Juárez, El Álamo, Don Martín, Santa Rita, Sección 22-0 y El Cuarenta y Cinco; Múzquiz (15 localidades): Ciudad Melchor Múzquiz, Barroterán (Estación), Las Esperanzas, Minas la Florida (La Florida), Minas de Barroterán, Rancherías, Morelos (Cuarterones), Tribu Kikapoo (Nacimiento), Negros Maskogos (Nacimiento), Palaú, El Cedral (La Escondida), La Mota, Nogalitos, La Loma y Colonia Nueva Santa Rosa; Progreso (8 localidades): Progreso, Las Iglesias, Mineral la Luz (Minas de la Luz), Mota de Corona (Mota Corona), San Alberto, San José de Aura, Mexiquito y San José de Aura; Sabinas (7 localidades): Sabinas, Cloete, Guadalupe Victoria (Pueblo Nuevo), Puente Negro, Barrio Seis (Agujita), Nuevo Barroterán y Valle Dorado; y San Juan de Sabinas (10 localidades): San Juan de Sabinas; Nueva Rosita, Paso del Coyote, Paso del Coyote (Predio Purísima); Rancho Nuevo, Santa María, Sauceda del Naranjo, El Gallo, Ignacio Zaragoza y La Minita.

cinco municipios (donde habita el 54% de la población) y 16 localidades en las que la población promedio es de 5,000 habitantes.

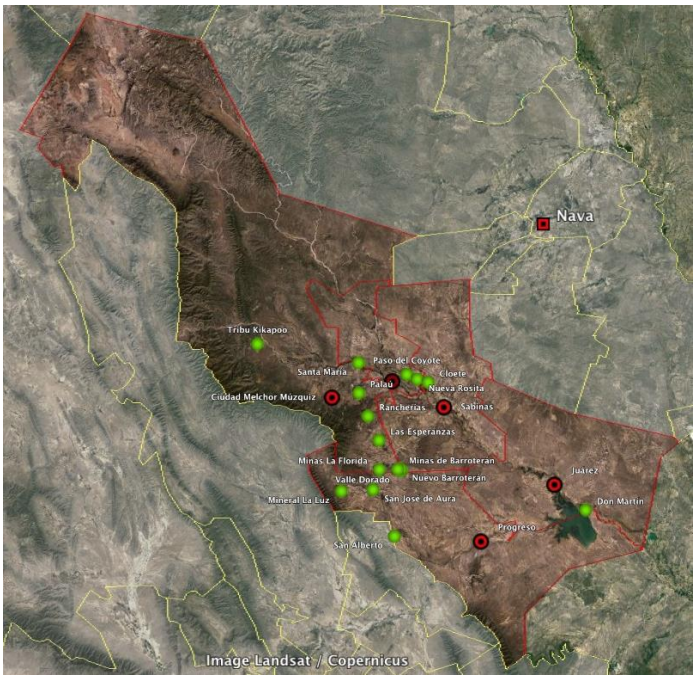
Como se aprecia en la siguiente tabla, además de las cabeceras municipales se identifican 5 localidades con población mayor a 2,500 habitantes, comunidades con una tradición minera histórica, como son Minas de Barroterán, Nueva Rosita, Cloete, Palaú, y La Esperanza, pero también comunidades de interés por su presencia indígena como es Tribu Kikapoo, o afrodescendiente (Nacimiento) (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Localidades de Interés en la Región Carbonífera considerando tamaño de la población y viviendas

Municipio	Juárez	Melchor Múzquiz	Progreso	Sabinas	San Juan de Sabinas
Localidades que son Cabeceras Municipales	*Juárez*	*Ciudad Melchor Múzquiz*	*Progreso*	*Sabinas*	*San Juan de Sabinas*
Localidades con población mayor a 2,500 hab.	-	*La Esperanza; Minas de Barroterán; y Palaú*	-	*Cloete*	*Nueva Rosita*
Localidades con población entre 1,000 y 2,499 hab.	-	*Minas La Florida*	*San José de Aura*	-	-
Localidades con población menor a 1,000 hab.	*Don Martín*	*Rancherías; y Tribu Kikapoo (Nacimiento)*	*Mineral La Luz; y San Alberto*	*Nuevo Barroterán; y Valle Dorado*	*Paso del Coyote; y Santa María*

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2010

Mapa 1. Ubicación de las localidades de interés identificadas en la Región Carbonífera



Fuente: Elaboración propia con datos de geolocalización de localidades de INEGI (2010)

Composición y Distribución de la Población en la Región Carbonífera

En la Región Carbonífera viven 180,734 personas que representan el 6% de la población total del Estado. (INEGI, 2015) Como se aprecia en la siguiente tabla, el mayor porcentaje de la población se ubica en los municipios de Múzquiz, Sabinas y San Juan de Sabinas, donde se concentra el 92% de la población. La tabla también permite observar una distribución por sexo similar, con ligera predominancia del sexo masculino en los municipios de Juárez y Progreso, y del sexo femenino en el municipio de San Juan Sabinas.

Tabla 3. Población en los municipios de la Región Carbonífera del Estado de Coahuila 2015, por sexo,

MUNICIPIO	MUJERES	HOMBRES	TOTAL
Juárez	752	822	1,574
Melchor Múzquiz	34,181	34,921	69,102
Progreso	1,590	1,714	3,304
Sabinas	31,666	31,856	63,522
San Juan de Sabinas	22,206	21,026	43,232
TOTAL	**90,395**	**90,339**	**180,734**

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

En cuanto a la distribución de la población considerando los grupos de edad, la Región Carbonífera, como se aprecia en la siguiente gráfica, muestra una clara base en los grupos

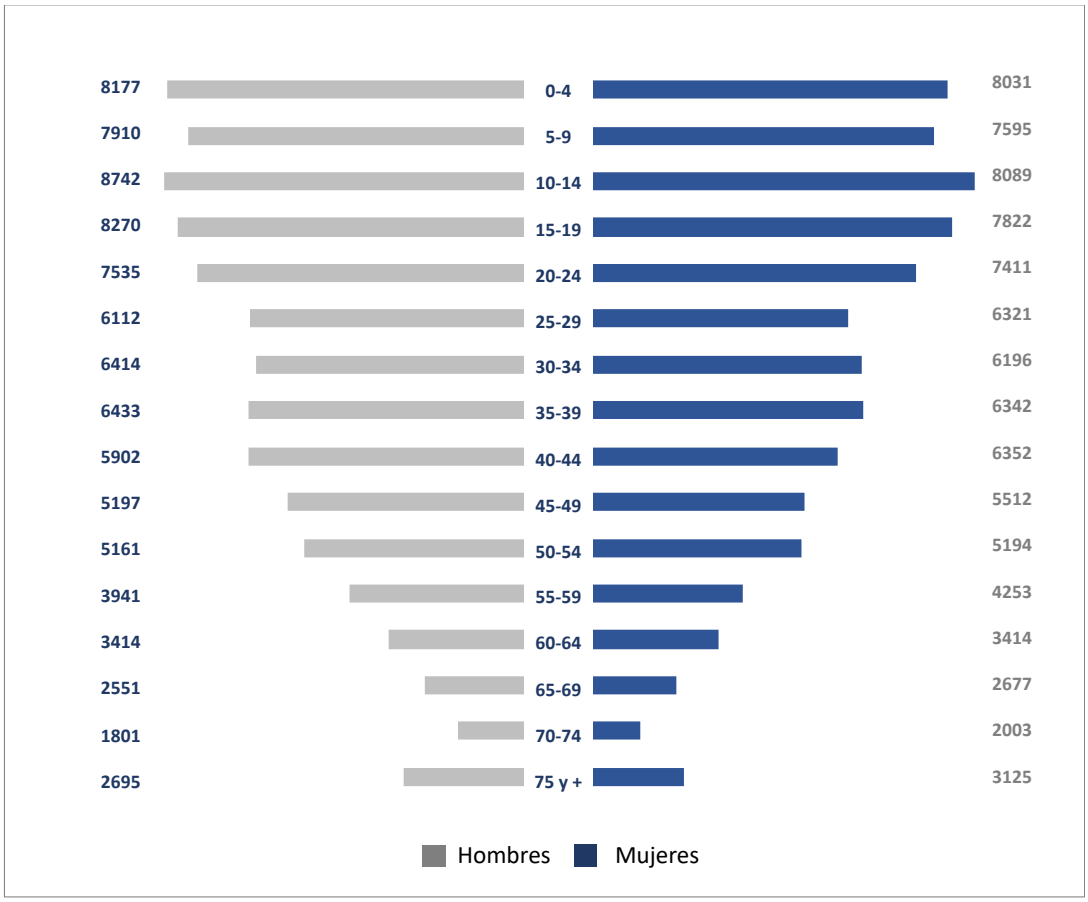
de edad que corresponden a la primera infancia, la niñez, la adolescencia y la juventud, grupos en los que se concentra el 50% del total de la población; y una amplia proporción en los rangos de edad de las personas de edad o adultos mayores, que concentran el 8% de la población de la Carbonífera.

Las niñas, niños y adolescentes, es decir las personas entre 5 y 19 años y que hoy en principio cursan la educación obligatoria (primaria, secundaria y media superior), representan el 27% de la población. En este grupo de edad la distribución por sexo es similar, con una ligera predominancia del sexo masculino entre las personas de entre 10 y 19 años. Este grupo edad requiere particular atención en un proceso de sustitución y retiro gradual del carbón de la generación eléctrica haca el 2030, en tanto se trata del grupo de edad que entonces estará finalizando su educación media superior o superior, y estará ingresando al mercado laboral en una nueva economía regional.

La pirámide de población muestra también que la población de la Carbonífera se caracteriza por ser población joven. En efecto, las personas entre 20 y 29 años de edad representan el 15% de la población, con una distribución similar por sexo. Las personas jóvenes constituyen otro grupo de interés de cara a una ruta de *coal phase-out*, en la medida que ellas vivirán sus procesos de transición a la adultez y de incorporación al mercado laboral en un escenario de transición estructural tendiente a la descarbonización de la economía regional. Un estudio a profundidad resultará necesario para identificar a las personas jóvenes que hoy están cursando estudios técnicos y universitarios en carreras y áreas vinculadas a la industria de la minería del carbón, y para los cuáles será necesario construir una oferta específica tendiente a la recapacitación, al fortalecimiento de conocimientos, habilidades y capacidades.[9]

Gráfica 3. Población en los municipios de la Región Carbonífera del Estado de Coahuila 2015, por grupos de edad

[9] En la Región Carbonífera se ubica por ejemplo la Universidad Tecnológica de la Región Carbonífera que tiene una oferta educativa para la formación de técnicos universitarios en mantenimiento industrial, minería, mecatrónica, desarrollo de negocios, mantenimiento petrolero y tecnologías de comunicación, y para la formación en ingenierías de mantenimiento industrial, minería, mecatrónica, y desarrollo e innovación empresarial. En la región también se ubica el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera que hoy tiene una oferta educativa en ingenierías industriales, mecatrónica, sistemas computacionales, electromecánica y administración.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Como se observa en la gráfica de distribución etaria de la población, el 40% de la población de la Carbonífera se encuentra en el grupo de edad entre los 30 y 64 años, en este grupo la distribución por sexo es similar, con una ligera predominancia de mujeres (de entre 1 y 2%) en el grupo de 40 a 44 años. En este grupo edad se ubican las personas que hoy forman el grueso de la población económicamente activa, ocupada y desocupada de la Región, que será analizada más adelante. Respecto de las personas en este grupo de edad será fundamental considerar que, en un horizonte de transformación de 10 años, serán las personas que estarán en edad de jubilación, aquellas que podrían beneficiarse de esquemas de jubilación anticipada, y aquellas todavía permanecerán en un mercado laboral en transformación. Finalmente, en lo que respecta a las personas mayores de 65 años y más, estas representan el 8.5% de la población total, por encima del 6.6% en el Estado, y del 6.2 a nivel nacional. En este grupo de edad se observa también una distribución por sexo diferente, siendo más significativa entre las personas de 75 años y más, en las que el 54% de la población son mujeres.

En lo que respecta a la población indígena, si bien en la región únicamente se identifican 441 personas que hablan una lengua indígena, las personas que se autoadscriben como

indígenas, es decir, que se consideran indígenas o en parte indígenas, son 5,977, es decir, el 3% respecto de la población total en los municipios. Principalmente habitan en los municipios de San Juan Sabinas y Múzquiz, este último, donde se ubica la comunidad indígena *Kikapoo*.

Tablas 4 y 5. Población en los municipios de la Región Carbonífera del Estado de Coahuila que habla una lengua indígena y se autoadscriben como personas indígenas

Municipio	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje	Total
Juárez	0	0	0	0	1,574
Múzquiz	133	74	207	0.29	69,102
Progreso	1	3	4	0.12	3,304
Sabinas	88	60	148	0.23	63,522
San Juan de Sabinas	44	38	82	0.18	43,232
Total	**266**	**175**	**441**		**180,734**

Municipio	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje	Total
Juárez	13	12	25	1.58	1,574
Múzquiz	1,292	1,235	2527	3.65	69,102
Progreso	44	22	66	1.99	3,304
Sabinas	671	635	1306	2.05	63,522
San Juan de Sabinas	1,005	1,048	2053	4.74	43,232
Total	**3,025**	**2,952**	**5977**		**180,734**

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

La población indígena *Kikapú* o *Kikapoo* vive en la localidad llamada Tribu Kikapoo (Nacimiento), ubicada en el municipio de Múzquiz. Históricamente los kikapúes han habitado en el noreste del Estado de Coahuila, cuando Texas deja de pertenecer al territorio mexicano, un grupo de kikapúes permanece en México, y en 1952 el Gobierno de México les dota territorios tanto a ellos como a la población de Negros Mascogos, en la localidad que hoy se conoce como El Nacimiento, ubicada a 30 kilómetros de la cabecera municipal de Melchor Múzquiz.

La tribu Kikapú es una tribu binacional; hoy la mayor parte de la población de esta tribu vive en territorios indígenas en el Estado de Oklahoma en Estados Unidos. La población Kikapú que vive en Múzquiz se encuentra en movilidad constante, además radica por temporadas en una reserva en Estados Unidos, por lo que la localidad El Nacimiento funge como centro ceremonial o lugar de descanso en vacaciones. Prácticamente no se tiene referencia de que la minería tenga un rol importante como fuente de empleo para esta población indígena. (Gobierno del Estado de Coahuila, 2014).

Ahora bien, en la región 2,823 personas que se identifican como personas afrodescendientes, que viven principalmente en el municipio de Múzquiz, que como veremos más adelante es el municipio donde se localiza la comunidad de los *Mozcogos*, un grupo afrodescendiente de enorme trascendencia en la Carbonífera.

Tablas 6. Población en los municipios de la Región Carbonífera del Estado de Coahuila que se identifican como personas afrodescendientes

Municipio	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje	Total
Juárez	0	0	0	0	1,574
Múzquiz	1,264	1,260	2,524	3.65257156	69,102
Progreso	13	7	20	0.60532688	3,304
Sabinas	77	68	145	0.22826737	63,522
San Juan de Sabinas	45	89	134	0.30995559	43,232
Total	**1,399**	**1,424**	**2,823**		**180,734**

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

La comunidad de Negros Mascogos, ubicada también en la localidad conocida como El Nacimiento en el municipio de Múzquiz, tiene como lengua oficial el *afroseminol*, que prácticamente ha desaparecido en la comunidad. La comunidad se dedica principalmente a la ganadería (explotación de ganado vacuno y caprino) y a la agricultura, destacando la producción de maíz, frijol, trigo, avena y calabaza. Un número importante de Mascogos tiene empleos en la comunidad Kikapú[10], que cuenta con un grado de desarrollo importante, y un número reducido se dedica a actividades vinculadas a la minería. (Gobierno del Estado de Coahuila, 2014). A diferencia de la tribu Kikapú, la comunidad afrodescendiente de Negros Mascogos se encuentra en una situación importante de rezago y marginación social. Es importante destacar particularmente esta situación, porque una transformación estructural de la región necesariamente debe considerar el abordaje de las condiciones de exclusión social de esta población, y la reducción de las enormes brechas de desigualdad persistentes de los Mascogos, respecto del resto de la población en la región.

[10] De acuerdo Silva (2001), los hombres Mascogos son contratados por los Kikapús como vigilantes, albañiles y vaqueros durante los meses de septiembre a abril, y las mujeres Mascogas como trabajadoras del hogar y cocineras.

Composición y características de las viviendas en la Región Carbonífera

En la Región Carbonífera se identifican 52,379 viviendas particulares habitadas, en las que habitan un promedio de tres personas por vivienda.[11] La infraestructura y acceso a servicios de las viviendas en la Carbonífera dan cuenta de una región con un grado relativo de desarrollo. Es posible observar que nos encontramos ante una región donde un buen número de viviendas son dignas, en la medida que implican suficiencia y calidad en sus elementos materiales, servicios e infraestructura. Un análisis a profundidad permitiría caracterizar otros indicadores de la calidad y la dignidad de las viviendas, específicamente aquellos relacionados con su ubicación, su emplazamiento en un entorno saludable, sus condiciones físicas, espaciales e higiénicas. El Estado de Coahuila se ubica entre los últimos cinco lugares a nivel nacional de rezago de vivienda, ocupando el lugar 28 con un 28% de rezago a nivel estatal. (CONEVAL, 2018)

Tabla 7. Población y vivienda en los municipios de la Región Carbonífera del Estado de Coahuila 2015, por municipio

MUNICIPIO	POBLACIÓN	VIVIENDA
Juárez	1,574	456
Melchor Múzquiz	69,102	19,303
Progreso	3,304	972
Sabinas	63,522	18,647
San Juan de Sabinas	43,232	13,001
TOTAL	**180,734**	**52,379**

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

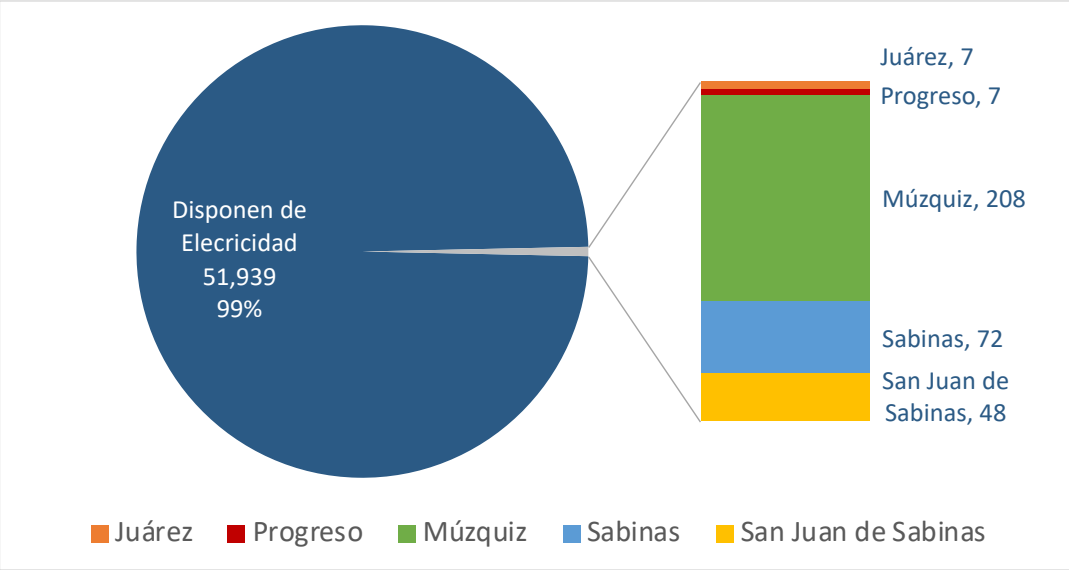
En la Región Carbonífera casi en su totalidad las viviendas cuentan con pisos de cemento, mosaico u otros materiales firmes, únicamente el 1% de las viviendas tiene piso de tierra (361 viviendas); destaca sin embargo que, en cerca de 11 mil viviendas, es decir, el 21%, el material del techo es de lámina metálica, lámina de asbesto o lámina de cartón. En lo que respecta al acceso a agua entubada, el 98.5% de las viviendas cuentan con agua entubada dentro de la vivienda (91%), o en el patio o terreno de la vivienda (6.5%), mientras que solo el 1% no cuenta con agua entubada (678 viviendas, de las cuales la mitad se ubican en el municipio de Múzquiz).

Por otra parte, la mayoría de las viviendas cuentan con drenaje, en el 83% de las viviendas el drenaje está conectado a la red pública, mientras que el 12% a una fosa o tanque séptico. Únicamente el 5%, 2,446 viviendas, no cuenta con drenaje, de las cuáles 56% se ubican en el municipio de Múzquiz. En cuanto a la disponibilidad de energía eléctrica, mostrando porcentajes similares a los registrados a nivel nacional y estatal, en

[11] Para los efectos de este estudio se excluye del análisis de viviendas, aquellas las siguientes clases de vivienda: locales no construidos para habitación, viviendas móviles y refugios.

los municipios de la Carbonífera el 99% de las viviendas tienen acceso a energía eléctrica. De las 342 que no disponen de energía eléctrica, la mayoría se ubican en los municipios de Múzquiz (208) y Sabinas (72). Este tema resulta importante en la medida de la participación que estos municipios tienen en la producción del carbón que es usado en la generación de energía eléctrica.

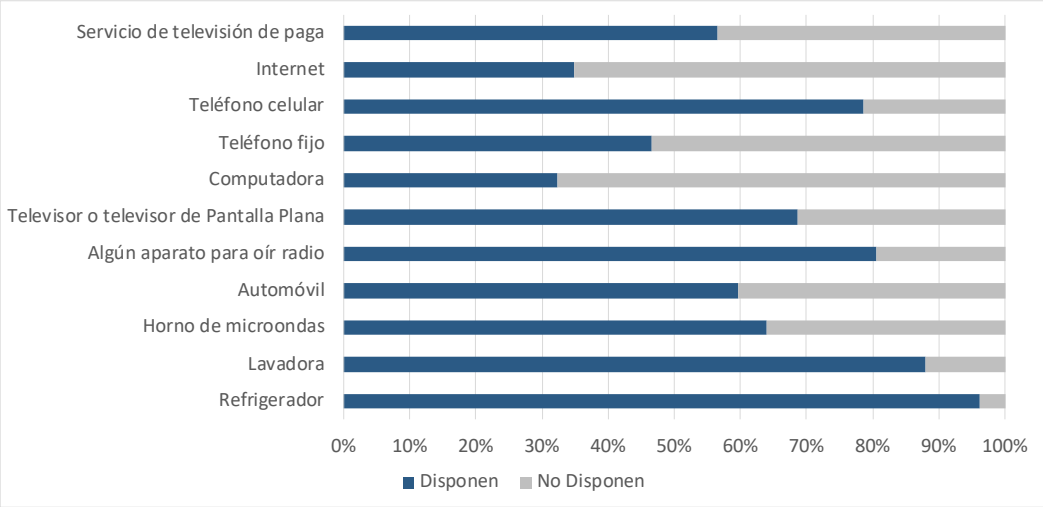
Gráfica 4. Panorama del acceso de las viviendas a energía eléctrica en la Región Carbonífera, por Municipio



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

En lo que respecta a la disponibilidad de bienes y tecnologías, otro indicador relevante para visualizar el tipo de desarrollo de la región se observa que la mayoría de las viviendas cuenta con bienes y tecnologías básicas. Destaca, sin embargo, como se aprecia en la siguiente gráfica, que tan solo el 35% de las viviendas cuenta con acceso a internet y el 32% a una computadora.

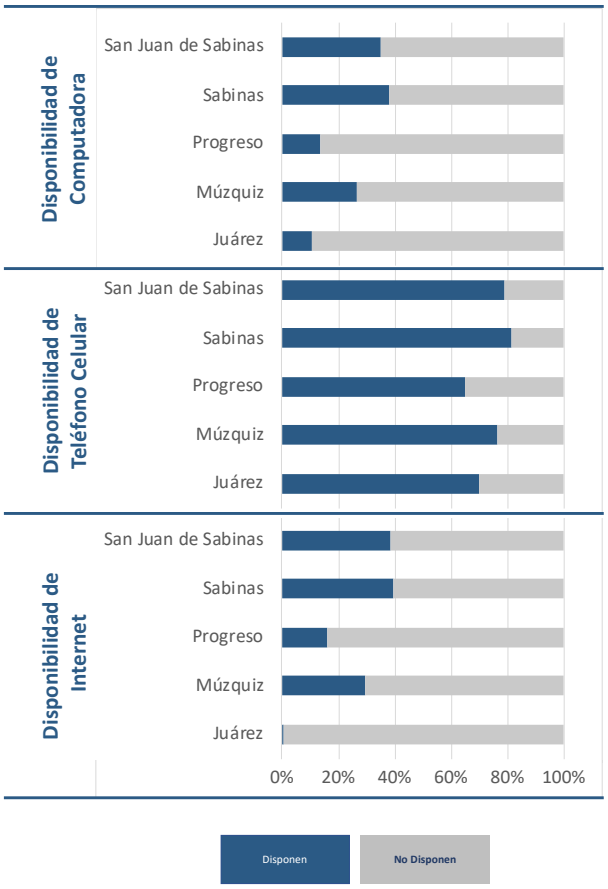
Gráfica 5. Disponibilidad de bienes y tecnologías en la Región Carbonífera



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Una mirada al caso de los bienes y tecnologías de comunicación, por municipio, nos permite avanzar una caracterización del tipo de desarrollo en las comunidades de la Carbonífera. Destacan la baja proporción de viviendas con acceso a computadora e internet, no sólo en aquellos municipios con una orientación rural (Juárez por ejemplo 10% tiene acceso a computadora, pero menos del 1% tiene acceso a internet), sino también en aquellos municipios cuyas localidades son predominantemente urbanas.

Gráfica 6. Disponibilidad de bienes y tecnologías de comunicación en la Región Carbonífera, por municipio



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Un último indicador de interés tiene que ver con la disponibilidad de equipamiento en las viviendas relacionada con la existencia de calentadores de agua, aire acondicionado y paneles solares. En la Carbonífera el 43% cuenta con aire acondicionado, relevante en una región con temperaturas promedio máximas de entre 38 y 40 grados centígrados en las épocas de verano. Por otra parte, es interesante que al menos 406 viviendas en la región cuentan con un calentador solar de agua, y 259 inclusive cuentan con paneles solares, la mayoría de ellos ubicados en el municipio de Múzquiz.

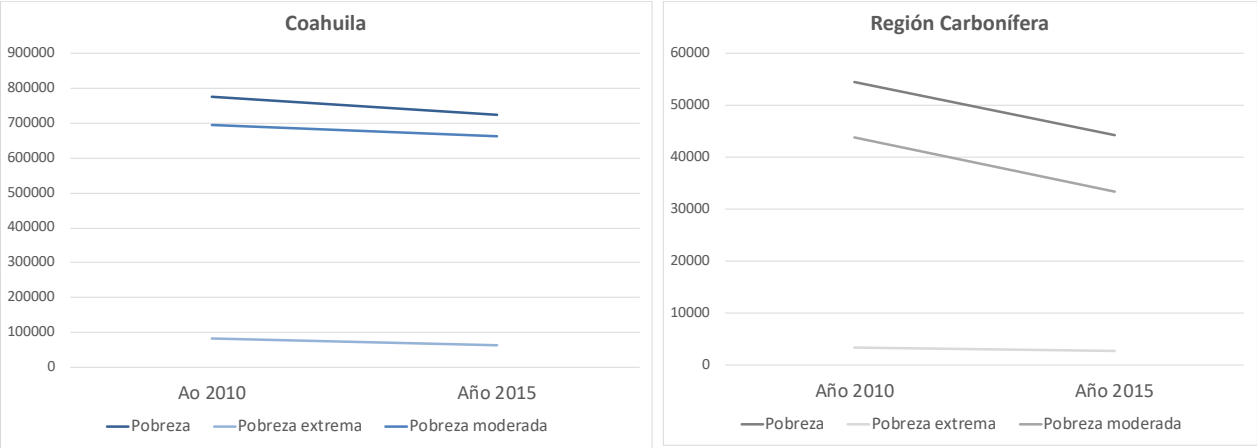
Panorama de la pobreza y la desigualdad en la Región Carbonífera

En la Región Carbonífera una de cada cuatro personas se encuentra en situación de pobreza.[12] En 2015 la pobreza en la región disminuyó en un 18% respecto de 2010, en

[12] De acuerdo con la metodología de CONEVAL, una **persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social** en los indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación, y si su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que son necesarios para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias. En el caso de **pobreza extrema**, se

ese mismo año la reducción a nivel estatal fue de 6%. En el caso de pobreza extrema se observó una reducción del 23% y en el caso de pobreza moderada del 24%. Tal como se observa en la siguiente gráfica, la tendencia observada en la Región Carbonífera es consistente con la reducción que, en el mismo periodo, se registró a nivel estatal.

Gráfica 7. Tendencias en la Reducción del Número de Personas en Situación Pobreza 2010-2015: Coahuila y Región Carbonífera



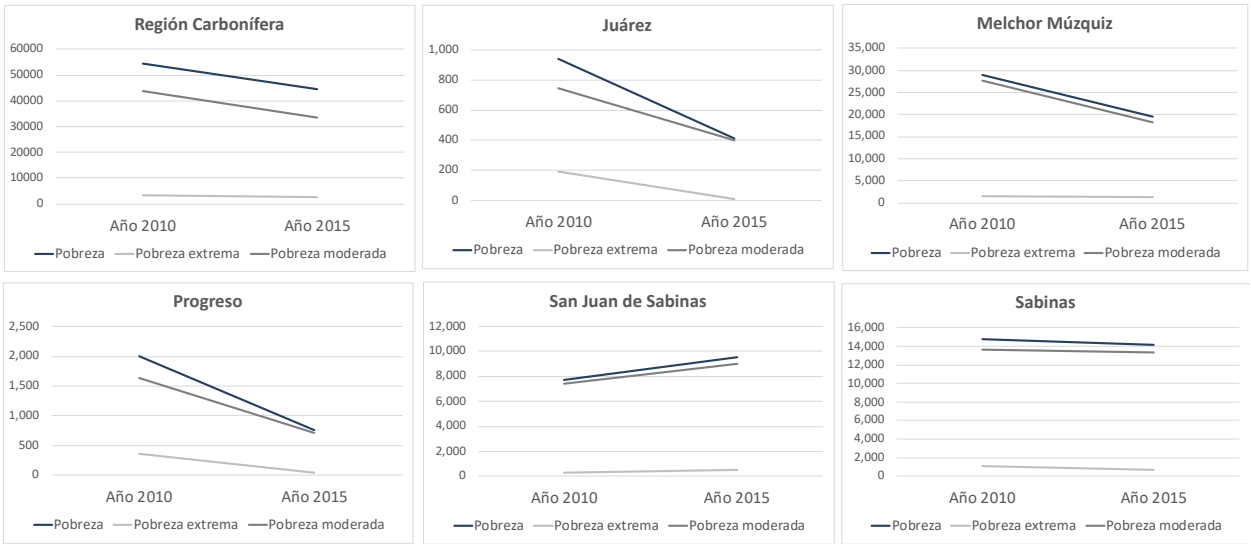
Fuente: Elaboración propia con base en CONEVAL, 2015

El panorama en cada uno de los municipios de la Región es similar en términos de las tendencias de reducción, como se aprecia en las siguientes gráficas, salvo en los casos de Sabinas, donde los indicadores de pobreza, pobreza extrema y pobreza en 2015 permanecieron sin cambios significativos respecto del 2010; y de San Juan Sabinas, municipio en el que los tres indicadores aumentaron, destacadamente el caso de la pobreza extrema que tuvo un incremento del 111% en 2015, respecto del 2010.

Ahora bien, en comparación con el resto de los municipios en el Estado, los municipios de la Carbonífera muestran mejores indicadores en la situación de pobreza, situándose entre los 20 municipios con menor porcentaje de pobreza en 2015. De manera destacada, Progreso y Juárez se ubican dentro de los 10 municipios que mostraron las reducciones más significativas en el indicador de pobreza en 2015, respecto del 2010, ocupando los lugares quinto y séptimo, con reducciones de 60% y 50%, respectivamente. El caso más emblemático es el de San Juan de Sabinas, municipio que ocupa el cuarto lugar entre los municipios donde se registró un crecimiento de la pobreza, con un incremento de 25% en 2015, respecto de los porcentajes observados en 2010.

refiere a cuando una persona tiene tres o más carencias sociales en los indicadores antes referidos, y si además su ingreso es menor que la línea de bienestar mínimo. (CONEVAL, 2015)

Gráfica 8. Tendencias en la Reducción del Número de Personas en Situación Pobreza 2010-2015: Región Carbonífera

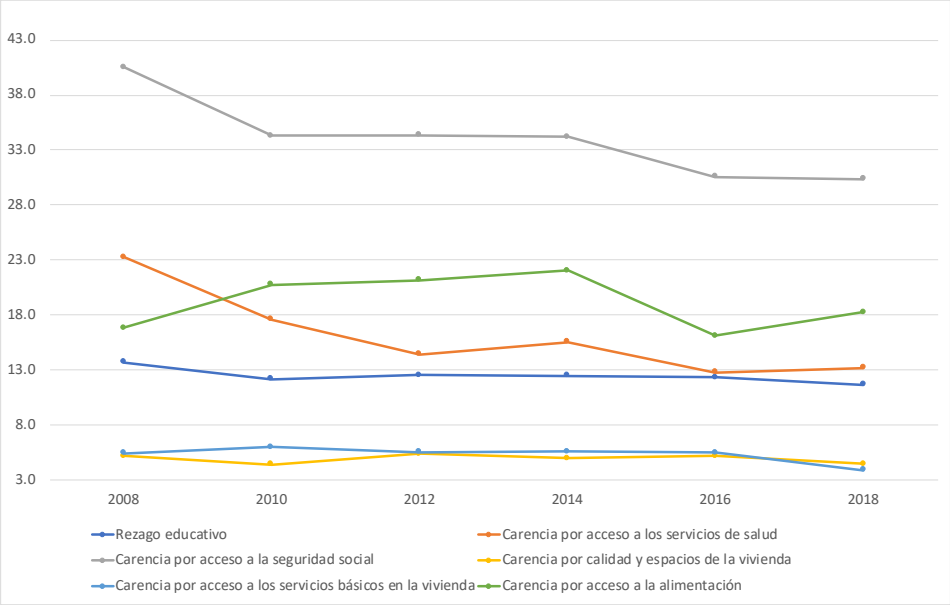


Fuente: Elaboración propia con base en CONEVAL, 2015

La situación de pobreza, conforme a la medición que realiza el CONEVAL, se vincula a las carencias sociales en los indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación, y si su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que son necesarios para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias. Identificar las tendencias y características en el marco de estos temas es relevante, en la medida que un principio fundamental de la transición justa es la contribución al logro de la inclusión social y el logro de objetivos de desarrollo sostenible, particularmente el de reducción de la pobreza, como resultado del propio proceso de transformación estructural.

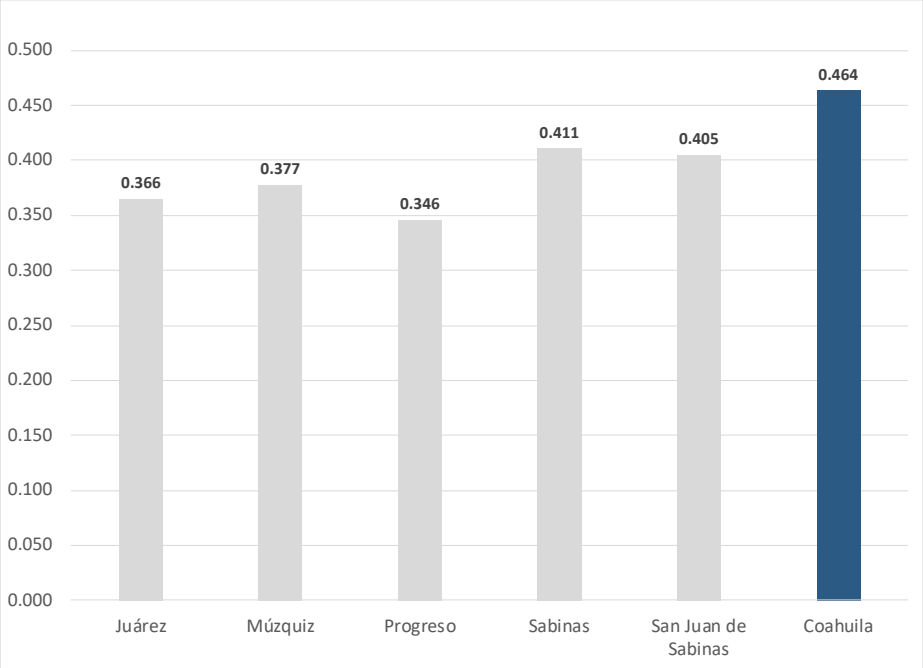
En el Estado se observa una tendencia de reducción en la última década en todos los indicadores de carencia social: rezago educativo, carencia por acceso a los servicios de salud, por calidad y espacios de la vivienda, por acceso a servicios básicos en la vivienda y por acceso a la alimentación. Respecto del 2016, los únicos dos indicadores, tal como se aprecia en la siguiente gráfica, donde observa un incremento es en la carencia por acceso a los servicios de salud, y en la carencia por acceso a la alimentación. Más adelante cuando se analicen indicadores vinculados a los derechos por municipio, se podrá observar que esta tendencia de reducción se ha experimentado también en la Región Carbonífera.

Gráfica 9. Tendencias en la Reducción de Rezagos y Carencias 2008-2018 del Estado de Coahuila



Fuente: Elaboración propia con base en CONEVAL, 2018

Gráfica 10. Situación de la desigualdad por ingresos en la Región Carbonífera 2015 (Índice de GINI)



Fuente: Elaboración propia con base en CONEVAL, 2015

En materia de desigualdad, el Estado de Coahuila muestra incrementos en la desigualdad en la distribución del ingreso, de 2008 a 2010, por ejemplo, el Coeficiente de Gini se incrementó de 0.470 a 0.477, sin embargo, a nivel nacional, Coahuila se ubica dentro de

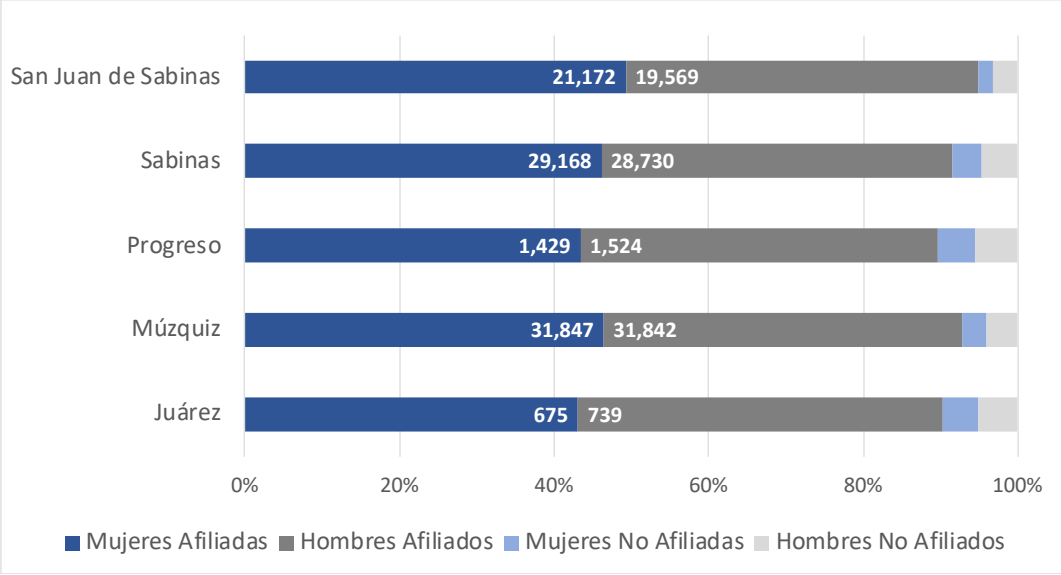
los 15 estados con menor desigualdad. (CONEVAL, 2012) Conforme a las estimaciones del INEGI, a partir de la Encuesta Nacional de ingresos y Gastos de los Hogares, para 2018 el Coeficiente de Gini en la entidad alcanzó el 0.393, lo que muestra una reducción significativa en la última década. (INEGI, 2018). Los últimos datos disponibles de la desigualdad a nivel municipal muestran una tendencia similar a la situación de desigualdad a nivel estatal.

Derecho a la salud

En la Región Carbonífera el 92% de la población tiene acceso a servicios de salud, es decir, se encuentra afiliado a alguna entidad pública y privada que presta servicios de salud. Entre ellos, Juárez y Progreso son los Municipios con el menor porcentaje de personas afiliadas, con el 90% y 89%, respectivamente. Las instituciones que concentran casi el 90% de la población afiliada son el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), con el 66%, y el Seguro Popular (ahora Instituto de Salud para el Bienestar, INSABI) , con el 23%.

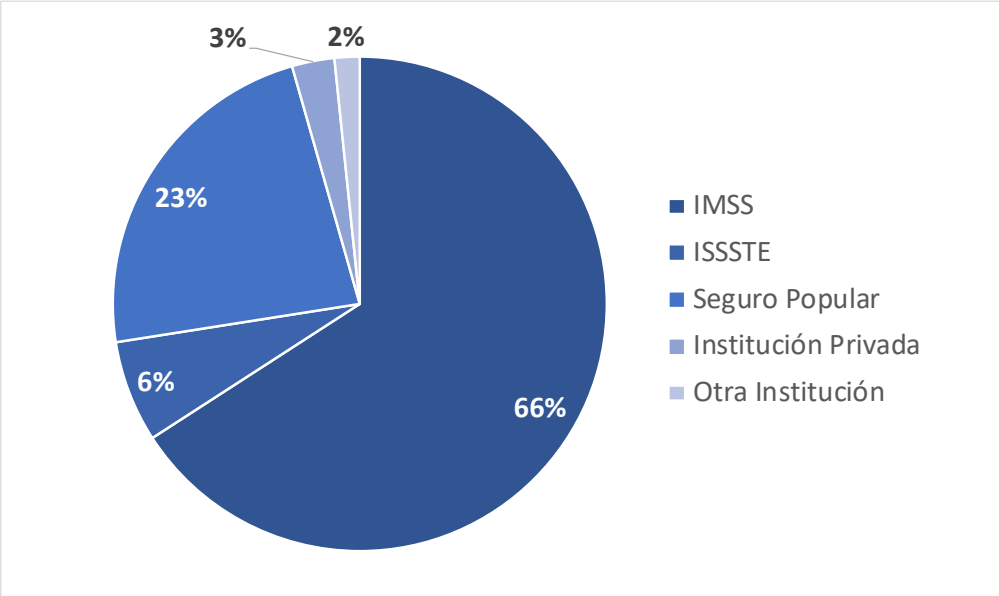
Como se aprecia en la siguiente gráfica, esta distribución en la afiliación es similar en todos los municipios de la Región, con la excepción de Juárez y Progreso, en la que la mayor afiliación se registra en el Seguro Popular. Esta situación se explica en buena medida porque la afiliación al IMSS está vinculada a la condición laboral.

Gráfica 11. Condición de Afiliación a los Servicios de Salud en la Región Carbonífera



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Gráficas 12. Condición de Afiliación a los Servicios de Salud en la Región Carbonífera, por tipo de sector



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

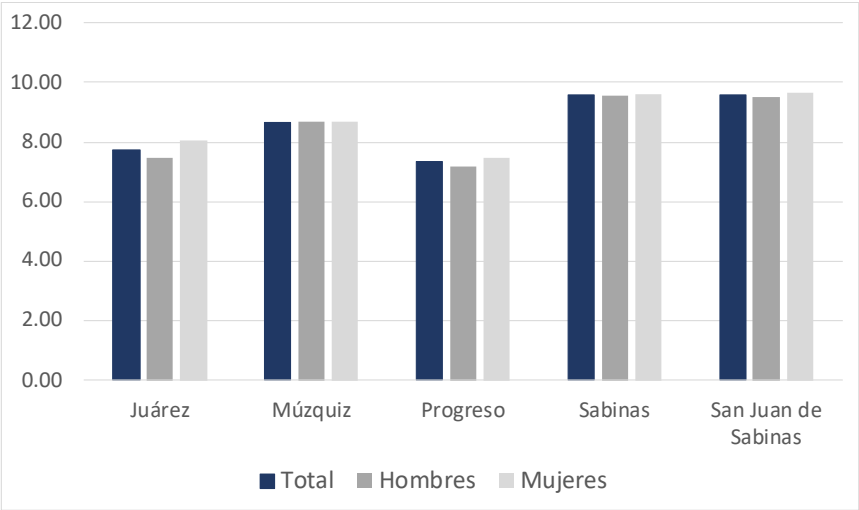
A nivel estatal, las tres principales causas de enfermedad son las infecciones respiratorias agudas, las infecciones intestinales y las infecciones de vías urinarias. Las enfermedades respiratorias agudas se concentran mayoritariamente entre la población de 1 a 4 años, y de entre 25 y 44 años. (SS, 2018) Por otra parte, las principales causas de mortalidad están asociadas a las enfermedades del sistema circulatorio (30%), enfermedades endócrinas nutricionales y metabólicas (16.25%), y tumores (13%), y enfermedades del sistema respiratorio (8%). (Secretaría de Salud de Coahuila, 2018). La información disponible no permite visualizar las causas de enfermedad y las causas de mortalidad a nivel municipal, sin embargo, estudios adicionales serían necesarios a fin de visualizar posibles impactos positivos asociados a la salida y retiro gradual del carbón de la generación de energía eléctrica, principal responsable de emisiones de CO_2, mercurio y otros componentes que contribuyen a las causas de enfermedades respiratorias.

Derecho a la educación

En la Región Carbonífera el 16% de la población se encuentra en una situación de rezago educativo, es decir, se trata de la población de 3 a 15 años que no cuenta con educación básica obligatoria ni asiste a un centro de educación formal. (CONEVAL, 2015) De conformidad con las estimaciones de la Encuesta Intercensal 2015, la Región muestra un porcentaje muy reducido de analfabetismo; entre la población de 6 y 14 años el promedio de analfabetismo en los municipios de la región es de 5.5%, y entre la población mayor de 15 años es del 2.5%. Las diferencias relevantes en cuanto a brechas de género se

observan en el municipio de San Juan Sabinas, en el que el 60% de la población de 15 años o más que no sabe leer ni escribir son mujeres. (INEGI, 2015). En la Región, la escolaridad media de la población de 15 años y más fue de 8.5 años (casi el equivalente a secundaria), siendo ligeramente más alta en el caso de las mujeres, y en comparación con la media de escolaridad en todo el Estado, que alcanza los 10.3 años.

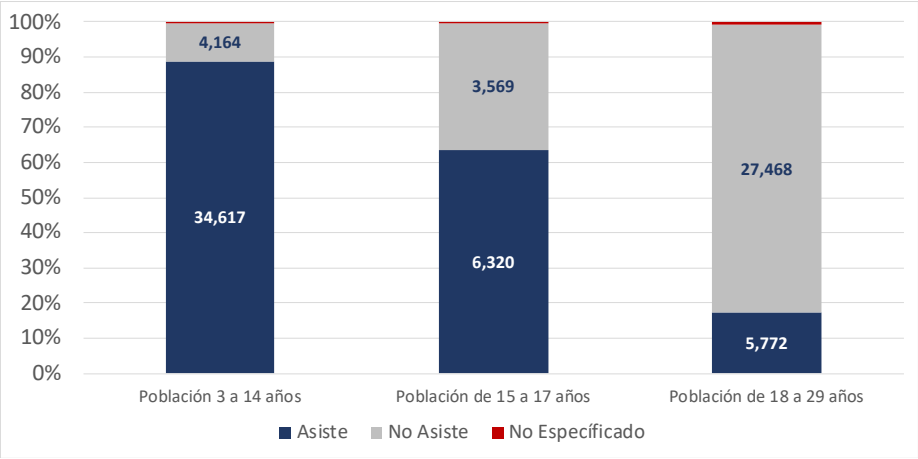
Gráfica 13. Grado Promedio de Escolaridad en la Región Carbonífera en la población mayor a 15 años



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

De la población en edad de asistir a la escuela destaca que el 10% de la población entre 3 y 14 años no asiste a la escuela, y que cerca del 36% de la población en edad de cursar la educación media superior no asiste a la escuela, mientras que para el caso de estudios superiores la brecha se amplía. Respecto de este indicador no se observan diferencias significativas por sexo.

Gráfica 14. Población que asiste a la escuela en la Región Carbonífera, según grupos de edad



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

El análisis por municipio del indicador anterior muestra que, de la población entre 3 y 14 años, es decir, en edad de recibir educación obligatoria (preescolar, primaria y secundaria), Múzquiz, Sabinas y San Juan de Sabinas son los municipios con los porcentajes más altos de inasistencia escolar. La distribución por sexo muestra valores similares. Este grupo de población, en un horizonte temporal al 2030 concluirá la educación obligatoria (quienes cursan la educación preescolar y primaria) y estará en edad de ingresar al mercado laboral (quienes cursan hoy la educación secundaria y la educación media superior). Este tema es relevante, pues en los próximos 10 años este grupo de población constituye una prioridad en términos de alternativas de formación y de empleo en una nueva economía regional tras el cambio estructural que supone en la región la sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía eléctrica. Especial atención merecerá el universo de más de 4 mil niños, niñas y adolescentes que hoy no asisten a la escuela, y que en un escenario de transformación estructural verán todavía más reducidas sus posibilidades al carecer de una formación educación básica.

Tabla 8. Condición de asistencia escolar en la Región Carbonífera de la población entre 3 y 4 años, por municipio y por sexo

	Asiste a la Escuela				No Asiste a la Escuela				Población entre 3 y 4 años*
	Hombres	Mujeres	Total	%	Hombres	Mujeres	Total	%	
Juárez	158	136	294	93.63	9	9	18	5.73	314
Múzquiz	6,932	6,753	13,685	88.36	918	797	1,715	11.07	15,487
Progreso	348	305	653	89.09	38	30	68	9.28	733
Sabinas	6,352	5,903	12,255	89.20	771	646	1,417	10.31	13,739
San Juan de Sabinas	3,941	3,789	7,730	88.79	501	445	946	10.87	8,706

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Tabla 9. Condición de asistencia escolar en la Región Carbonífera de la población entre 15 y 17 años, por municipio y por sexo

	Asiste a la Escuela				No Asiste a la Escuela				Población entre 15 y 17 años
	Hombres	Mujeres	Total	%	Hombres	Mujeres	Total	%	
Juárez	38	31	69	71.13	16	12	28	28.87	97
Múzquiz	1,029	1,105	2,134	55.27	890	794	1,684	43.62	3,861
Progreso	63	55	118	65.92	24	36	60	33.52	179
Sabinas	1,227	1,178	2,405	68.75	635	458	1,093	31.25	3,498
San Juan de Sabinas	773	821	1,594	69.30	339	365	704	30.61	2,300

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Ahora bien, entre en la población entre 15 y 17 años edad, es decir, la población en edad de asistir a la educación media superior, se registran tendencias similares a las del nivel nacional y estatal, en el sentido de las bajas tasas de asistencia escolar. Los municipios en los que se registra el mayor porcentaje de personas que no asisten a la escuela son Múzquiz y Progreso. Las diferencias por sexo muestran además brechas importantes en el caso de Sabinas, en el que el 58% de las personas que no asisten a la educación media superior son hombres.

Las personas en este grupo de edad ingresarán a la educación superior o accederán al mercado laboral, en pleno proceso de transición de la economía regional en un horizonte hacia el 2030. Respecto de este grupo destaca además que el 50% de la infraestructura educativa de la educación media superior son tele-bachilleratos comunitarios (20 del total de 32 planteles públicos que dan cobertura a la educación media superior).[13]

Tabla 10. Planteles de educación media superior en la Región Carbonífera, por municipio y por ámbito de control

	FEDERAL		ESTATAL				PRIVADO	OTRO
	CAED	UEMSTIS	CECYTE	CONALEP	EMSAD	TELEBACHILLERATOS COMUNITARIOS	PARTICULARES	PREFECOS Y AUTÓNOMOS
Juárez	0	0	0	0	1	0	0	0
Múzquiz	0	0	2	1	0	6	4	0
Progreso	0	0	0	0	1	2	0	0
Sabinas	1	1	2	0	0	6	5	0
San Juan de Sabinas	0	0	1	0	1	6	4	2
Total	**1**	**1**	**5**	**1**	**3**	**20**	**13**	**1**

Fuente: Elaboración propia

[13] Los telebachilleratos comunitarios operan en aquellas poblaciones que tienen menos de 2500 habitantes y no cuentan con algún servicio de educación media superior a cinco kilómetros a la redonda. En el caso de la Carbonífera se verifica el segundo supuesto, pues las localidades en las que se ubican, en la mayoría de los casos, la población es superior a 2,500 habitantes.

La consideración de este grupo de edad es clave en términos de la construcción de una oferta educativa y de capacitación para el trabajo, especialmente tomando en cuenta al 35% de la población en edad escolar que hoy asiste a la escuela, y que con mucha probabilidad ya se encuentra participando en el mercado laboral en la Región. Un elemento adicional a tomar en cuenta son las altas tasas de deserción escolar en la educación media superior; de acuerdo con el informe de eficiencia terminal elaborado por INEGI, se estima que en este 2020 a nivel estatal, el 11% de los alumnos de bachillerato no concluirán sus estudios. (INEGI, 2020)

Finalmente, en lo que respecta a las personas que tienen entre 18 y 29 años, es decir, en edad de acceder a una formación técnica o universitaria, 82% no asiste a un centro educativo de educación profesional. Las tasas de inasistencia son similares en todos los municipios, y no se observan diferencias significativas por sexo.

Tabla 11. Condición de asistencia escolar en la Región Carbonífera de la población entre 18 y 29 años, por municipio y por sexo

	Asiste a la Escuela				No Asiste a la Escuela				Población entre 18 y 29 años
	Hombres	Mujeres	Total	%	Hombres	Mujeres	Total	%	
Juárez	20	9	29	9.70	140	129	269	89.97	299
Múzquiz	1,045	873	1,918	14.75	5,621	5,256	10,877	83.64	13,005
Progreso	37	30	67	10.69	282	248	530	84.53	627
Sabinas	1,315	1,047	2,362	19.77	4,633	4,918	9,551	79.93	11,949
San Juan de Sabinas	724	672	1,396	18.23	2,905	3,336	6,241	81.52	7,656

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

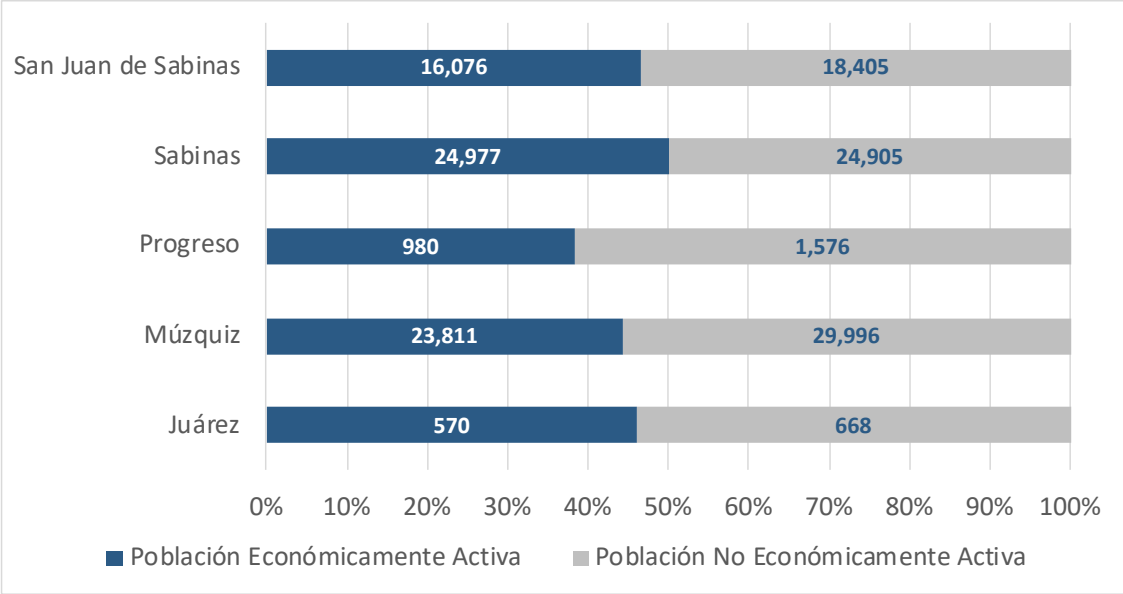
Las personas jóvenes que hoy están cursando una educación profesional en la Región Carbonífera ingresarán al mercado laboral en pleno proceso de transición estructural en la economía de la región, considerando un escenario de sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía hacia el 2030. Este grupo será prioritario en términos de identificar necesidades específicas de recapacitación, y del fortalecimiento de habilidades, capacidades y competencias para transitar hacia una economía baja en carbono. Al mismo tiempo, se trata del grupo de edad con menos formación profesional técnica o universitaria, por lo que resulta crítico el diseño de estrategias orientadas a su capacitación y formación de habilidades, competencias y conocimientos para evitar la configuración de procesos de inequidad y desigualdad en su tránsito a la adultez y su participación en la economía de la región.

Derecho al trabajo

En la Región Carbonífera el 46% de la población se ha integrado al mercado de trabajo, de ellos, el 96% se encuentra ocupada y el 4% se encuentra desocupada. En la Región el 25% de la población tiene un ingreso laboral inferior al costo de la canasta alimentaria. A nivel municipal los porcentajes de población ocupada no registran variaciones significativas, sin embargo, Progreso y Juárez son los municipios con los mayores porcentajes de población desocupada, con 6 y 7% respectivamente. Respecto de la posición en el trabajo, se observa que la mayoría de las personas que trabajan lo hacen en posición de trabajadores y trabajadoras asalariadas, sin que respecto de este indicador se observen variaciones significativas por municipio o por sexo.

Ahora bien, el 70% de la población ocupada en la Región Carbonífera son hombres, la población desocupada también es predominantemente masculina (81%) En la Región Carbonífera las mujeres tienen una baja participación en la economía, de hecho el 68% de las mujeres en edad de trabajar no se integran al mercado laboral, y entre las que lo hacen, 20% se encuentra en una situación desempleo.

Gráfica 15. Población económicamente activa y no económicamente activa en la Región Carbonífera



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Tabla 12. Población ocupada y desocupada en la Región Carbonífera, por municipio y por sexo

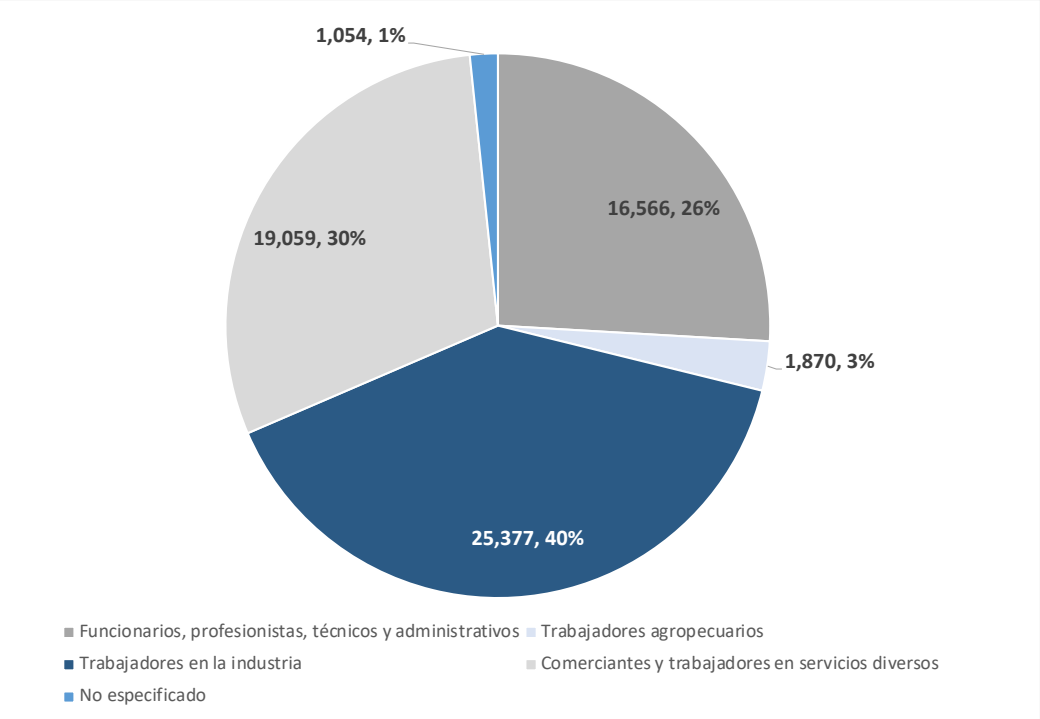
	Población Ocupada					Población Desocupada				
	Hombres		Mujeres		Total	Hombres		Mujeres		Total
	No.	%	No.	%	No.	No.	%	No.	%	No,
Juárez	428	80	104	20	532	35	92	3	8	38
Múzquiz	16,922	74	5,873	26	22,795	899	88	117	12	1,016
Progreso	778	84	145	16	923	51	89	6	11	57
Sabinas	16,032	66	8,158	34	24,190	595	76	192	24	787
San Juan de Sabinas	10,268	66	5,218	34	15,486	456	77	134	23	590
Total	**44,428**	**69**	**19,498**	**31**	**63,926**	**2,036**	**82**	**452**	**18**	**2,488**

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

En la Carbonífera, el 40% de la población son trabajadores de la industria y el 30% son comerciantes y trabajadores en servicios directos, mientras que el 26% son funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos.

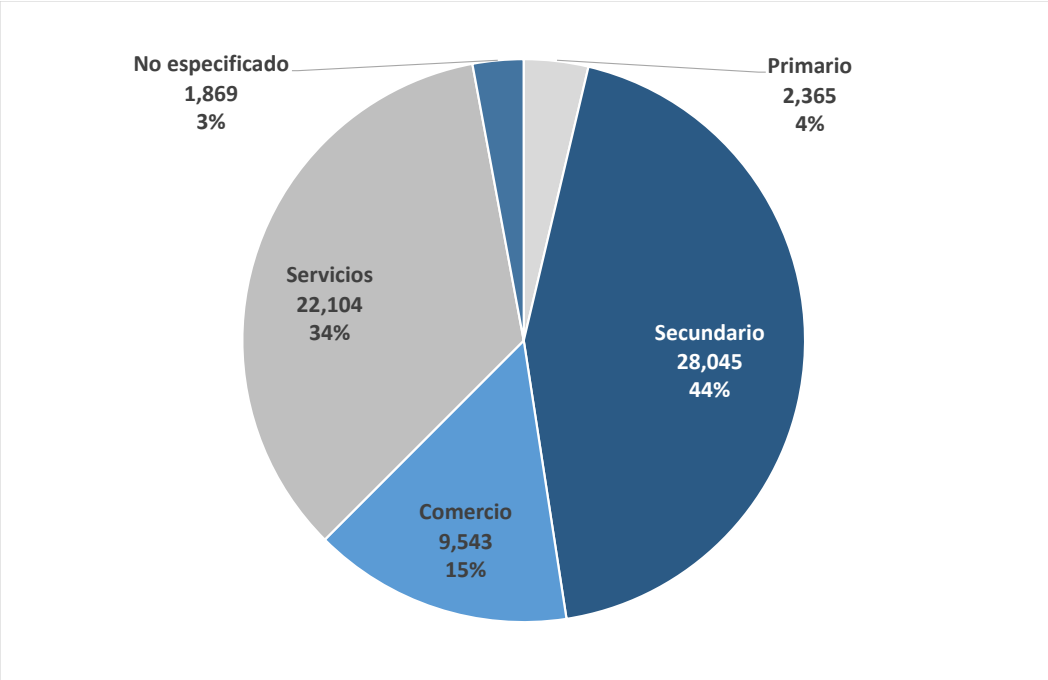
Esta distribución de la división ocupacional es similar en los municipios. En el caso de la división ocupacional por sexo, se observa que la mayoría de las mujeres trabaja como comerciante y trabajadoras en servicios directos, y como profesionistas, técnicas y administrativas. De hecho, sólo el 7% de las mujeres que participan en el mercado laboral son trabajadoras de la industria, principalmente en los municipios de Sabinas, San Juan de Sabinas y Múzquiz.

Gráfica 16. División ocupacional en la Región Carbonífera



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Gráfica 17. Sector de Actividad Económica de la Población Ocupada en la Región Carbonífera

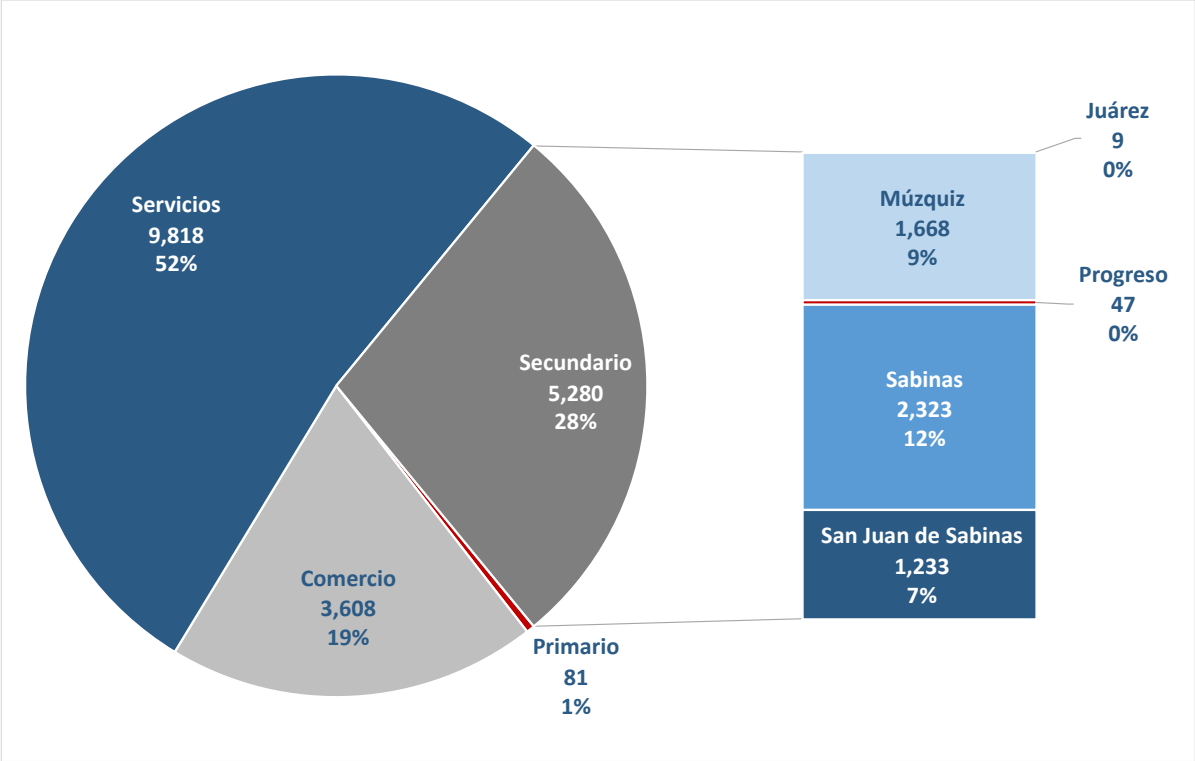


Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

El principal sector de la actividad económica de la población ocupada en la Región Carbonífera es el sector secundario, es decir, el sector de transformación industrial. En todos los municipios de la región el principal sector es el secundario, y en segundo lugar se encuentra el sector servicios. Nuevamente, las variaciones relevantes se observan en la distribución por sexo, ya que las mujeres predominantemente trabajan en el sector servicios.

En el sector secundario trabajan 5,280 mujeres, de las cuáles el 12% vive en Sabinas, el 9% de Múzquiz y el 7% en San Juan de Sabinas. Esta consideración es relevante pues uno de los objetivos de la transición justa es asegurar que los procesos de transición tengan efectos positivos sobre en el logro de la igualdad entre hombres y mujeres, y porque en el marco de las directrices de justicia se recomienda el diseño de estrategias específicas que permitan asegurar que el proceso de transición no contribuya a la profundización de estereotipos y roles de géneros, así como a la ampliación de brechas de desigualdad laboral en una industria ya de por sí masculinizada.

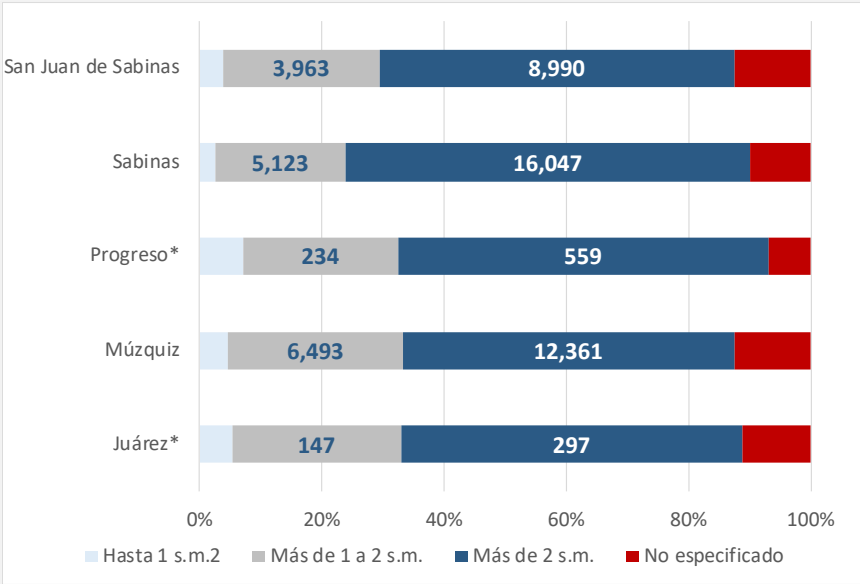
Gráfica 18. Sector de Actividad Económica de las Mujeres que conforman la Población Ocupada en la Región Carbonífera



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

En lo que respecta al ingreso por trabajo, se observa que en la Región Carbonífera la mayoría de las personas ocupadas que trabajan perciben una remuneración mayor a dos salarios mínimos (el salario mínimo en la región asciende a $123.22 pesos diarios).

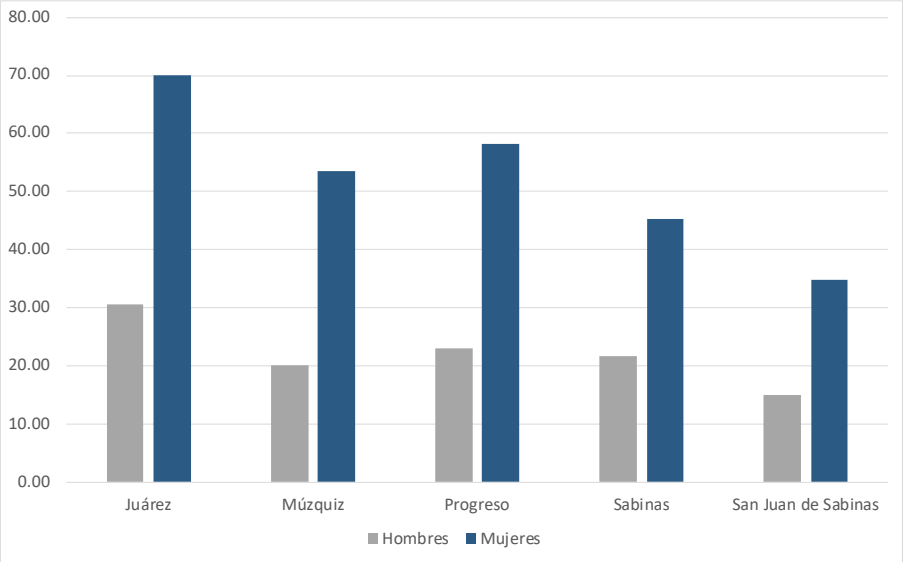
Gráfica 19. Ingreso por Trabajo Región Carbonífera (Salarios Mínimos)



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Las brechas de género en materia remuneración son muy significativas en la Carbonífera, pues de las personas que reportan realizar trabajo no remunerado, el 65% son mujeres, observándose porcentajes similares en todos los municipios de la Región. En 2015, las mujeres pasaron un promedio de 52 horas a la semana realizando trabajo no remunerado, en comparación con las 22 horas a la semana que reportan los hombres, las brechas más importantes se observan en los municipios de Juárez y San Juan de Sabinas.

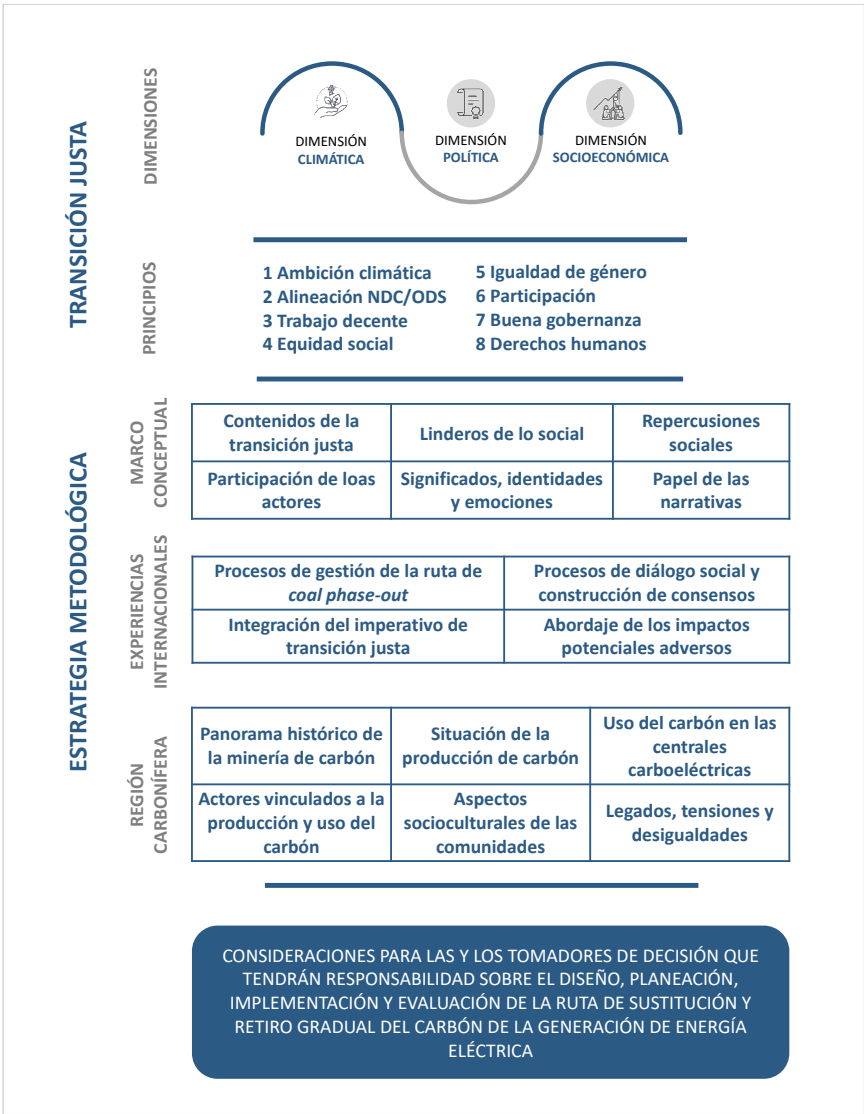
Gráfica 20. Comparativo de horas promedio a la semana que se dedican al trabajo no remunerado en la Región Carbonífera



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

HACIA UNA PROPUESTA DE RUTA

México no ha iniciado formalmente un proceso tendiente al retiro del carbón de la matriz energética. Si bien los objetivos establecidos en la Ley de Transición Energética y la Ley General de Cambio Climático, así como la visión de largo plazo plasmada en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, y los compromisos anunciados en el marco de la NDC, proveen un marco para la acción climática y la transición energética, a la fecha no se ha realizado ninguna consideración formal por parte del Gobierno Federal para el cierre de las centrales carboeléctricas.



Entre los objetivos que motivan la realización de este estudio se encuentra el de brindar elementos técnicos, en distintas dimensiones, a las y los tomadores de decisión que serán responsables del proceso de sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía eléctrica.

En esta sección se describe una amplia variedad de consideraciones que deben tomarse en cuenta en el diseño, implementación y evaluación de una ruta para la salida del carbón, que parte de la premisa fundamental de considerar los principios del imperativo de transición justa. Para la construcción de las consideraciones que se presentan, se tomaron en cuenta los resultados de la revisión la literatura científica que permitió construir el marco conceptual del estudio (Sección 1); los resultados del análisis de las experiencias

internacionales en los países que han iniciado una ruta de *coal phase-out* (Sección 2); y los resultados del estudio de caso sobre la Región Carbonífera de Coahuila (Sección 3).

Las consideraciones que se exponen se articulan en torno a los siguientes grandes temas:

I. Objetivo final de la ruta de *coal-phase out*
II. Temporalidad de la ruta de *coal phase-out*
III. Integración del imperativo de Justicia en la ruta de *coal phase-out*
IV. Dimensiones de la ruta de *coal phase-out*
V. Gestión adecuada de la ruta de *coal phase-out*
VI. Estudios adicionales necesarios para trazar la ruta de *coal phase-out*

I. EL OBJETIVO DE LA RUTA DE CP-O

El objetivo general del proceso es impulsar acciones tendientes a la sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía eléctrica en México. En esa medida la ruta de *coal phase-out* tiene como objetivo último el cierre las tres centrales carboeléctricas que actualmente generan cerca del 10% de la energía eléctrica en el país. Para ello será necesario adoptar medidas consensadas tendientes al cambio estructural de las economías regionales vinculadas a la explotación del carbón y su uso en la generación de energía eléctrica, el mercado de trabajo vinculado a la explotación del carbón mineral que se usa en la generación de energía, y la configuración de un nuevo modelo de desarrollo sostenible en las regiones históricamente vinculadas a la explotación del carbón y su uso en la generación de energía.

La consecución de ese objetivo implica adoptar un conjunto de decisiones de corto, mediano y largo plazo, prever el diseño, planeación, implementación y evaluación de un proceso con recursos suficientes, que deberá ser gestionado adecuadamente mediante la integración de la imperativo de transición justa, basarse en la participación de sujetos titulares de derechos, y en última instancia, plantear la visión de un desarrollo bajo en emisiones que balancea las dimensiones económicas, social, ambiental y cultural para asegurar su sostenibilidad en el tiempo.

II. LA TEMPORALIDAD DE LA RUTA DE CP-O

Diversos análisis señalan que es necesario que para 2030 se reduzca un 80% la generación de energía eléctrica con carbón, en línea con los objetivos trazados en el Acuerdo de París. (Climate Analytics, 2019). Algunos estudios establecen de manera específica que entre 2030 y 2040 deben observarse las trayectorias aceleradas de retiro,

diferenciando los horizontes temporales según la región de que se trate; así se plantea la necesidad de que el retiro final se realice hacia el 2030 en el caso de países integrantes de OCDE y la Unión Europea, y hacia el 2050 en el resto del mundo. (Powering Past Coal Alliance, 2018). Los estudios existentes que estiman la temporalidad del proceso por región geográfica señalan, por ejemplo, que, en el caso de la región de América Latina, el horizonte temporal no debería trascender el año 2032 (Climate Analytics, 2019).

La revisión de las experiencias internacionales muestra que el horizonte temporal previsto formalmente para el proceso de sustitución y retiro gradual del carbón de la matriz energética tiene una duración promedio de 15 años, siendo el caso más ambicioso el de Reino Unido, cuyo objetivo de retiro final se proyecta hacia el 2024, y el menos ambicioso el de Chile, cuyo objetivo se proyecta hacia el 2040.

Caso	Adopción formal de la decisión de sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía eléctrica.	Horizonte temporal para el proceso de sustitución y retiro gradual del carbón de la matriz energética.	Establecimiento por parte del gobierno de una entidad multiactor para la gestión del proceso.
Canadá	2016	2030	2018
Alemania	2018	2034	2018
Reino Unido	2015	2024	-
Chile	2018	2040	-

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las trayectorias estimadas por ICM, conforme al escenario sectorial con bajas emisiones de GEI, en México la generación de electricidad basada en carbón requeriría una reducción consistente en los siguientes años hasta su retiro total de la matriz eléctrica en el año 2025. La implementación de este escenario implicaría el retiro de dos centrales carboeléctricas en Coahuila, una en 2022 y otra en 2023, y de la central carboeléctrica en Guerrero en 2025. De conformidad con dicho escenario, el horizonte general para el diseño e implementación de una ruta de retiro y salida sería de 5 años.

Lo anterior plantea retos importantes para la gestión del proceso pues en México no se ha adoptado aún una decisión formal, al amparo del cuál se hayan trazado las rutas generales para la gestión de la transición. El cambio estructural a nivel nacional, regional y local que supone el retiro del carbón de la generación de la matriz energética requiere,

como lo demuestran las experiencias internacionales, de un horizonte temporal que permita asegurar una adecuada gestión del proceso. La gestión adecuada implica contar con tiempo suficiente para planear, implementar y evaluar procesos complejos y multidimensionales tendientes a la **transformación de las economías regionales y el mercado laboral** fuertemente ligados a la explotación del carbón y su uso en la generación de energía eléctrica; a la **prevención y mitigación de impactos potenciales económicos y sociales** que pueden experimentarse en las comunidades locales vinculadas al uso del carbón en la generación eléctrica; a la **transformación de la demanda y oferta de trabajo** en economías poco diversificadas que aborde la preparación y transformación de perfiles, capacidades y habilidades requeridas en un nuevo mercado de trabajo; al **abordaje de los impactos, legados y pasivos ambientales** que son resultado de la explotación minería del carbón y de su uso en la generación de energía eléctrica; al **diseño e impulso de las alternativas industriales, productivas y de servicios** que den paso a una economía baja en emisiones; y al **abordaje de los procesos de índole social y cultural** que están vinculados a las transformaciones simbólicas e identitarias vinculadas al desarrollo de la industria minera en las comunidades que explotan el carbón para su uso en la energía eléctrica.

Planear, implementar y evaluar los procesos tendientes a estas grandes transformaciones requiere también considerar un horizonte temporal adecuado para **generar las articulaciones institucionales en todos los ámbitos de gobierno** que delimiten responsabilidades y funciones en el proceso; **estimar, negociar y aprobar las previsiones presupuestales** suficientes en los tres ámbitos de gobierno; **consensar y delimitar las responsabilidades de los actores no estatales** públicos y privados directamente vinculados a la explotación del carbón y su uso en la matriz energética; **diseñar e implementar un proceso continuo para la participación significativa** de los sujetos titulares de derechos que serán afectados por la decisión y del universo multiactor interesado en el proceso, tanto a nivel nacional como subnacional; así como la **realización de estudios específicos y evaluaciones especializadas** que permitan contar con información, proyecciones, y recomendaciones sobre la distribución equitativa de los beneficios y costos del proceso, líneas de base con indicadores ambientales, económicos y sociales, estudios que aborden los impactos diferenciados en razón de género, así como evaluaciones de impacto en materia de derechos humanos.

Tanto las grandes agendas temáticas que deben integrarse en el diseño, planeación, implementación y evaluación de una ruta progresiva y gradual de retiro y sustitución, como la propia gestión de ese proceso, deben considerar además un tratamiento diferenciado por regiones. En efecto, el proceso en Coahuila adquiere características

particulares si se considera que la mayoría del carbón que se utiliza en las centrales Carbón I y II es producido en los municipios contiguos a las centrales y que conforman la Región Carbonífera; y el proceso en la central de Petacalco que fundamentalmente usa carbón importado de países como Colombia, Australia y Sudáfrica.
En este sentido una primera consideración apuntala la necesidad de que el horizonte temporal para el retiro y sustitución gradual del carbón de la matriz energética en México sea definido integralmente considerando indicadores de orden técnico y económico, por ejemplo la vida útil de las centrales y las proyecciones de inversión que determinan la operación y funcionamiento de las centrales, los objetivos que delinean la urgencia para la reducciones de emisiones de GEI en el sector eléctrico, y las consideraciones sobre el espacio de tiempo que requiere lograr una gestión adecuada de la ruta de *coal phase-out* bajo un enfoque de transición justa. En este sentido, las y los tomadores de decisión deben trazar objetivos temporales ambiciosos y realistas, que se nutran de esta consideración integral de factores.

III. LA INTEGRACIÓN DEL IMPERATIVO DE JUSTICIA EN LA RUTA DE CP-O

La revisión del marco conceptual y las experiencias internacionales revelan la necesidad de que una propuesta de sustitución y retiro gradual del carbón sea planeada e implementada a la luz de principios que realicen el imperativo de transición justa. Esto implica, en primer lugar, una **declaración y compromiso formal por parte de los tomadores de decisión en el ámbito gubernamental, en el sentido de que la ruta de *coal phase-out* en México será diseñada e implementada bajo un enfoque de justicia social y ambiental**.

Este elemento es clave para construir certidumbre sobre la **integralidad y multidimensionalidad de elementos que serán parte de la ruta** de sustitución y retiro gradual; sobre los **enfoques que serán adoptados en el proceso, en particular, el enfoque de derechos humanos** que enmarcará la adopción proactiva de medidas para respetar y garantizar los derechos al medio ambiente sano, al trabajo decente y de calidad, a la participación significativa, y al desarrollo sostenible; y sobre la **visión de largo plazo que perseguirá el proceso,** en lo relativo a cómo la ruta de sustitución y retiro gradual apuntala la construcción de economías regionales baja en emisiones, el logro de la inclusión social y la igualdad de género, y el impulso de co-beneficios vinculados al logro de los objetivos generales del desarrollo sostenible.

En este sentido una segunda consideración apuntala la necesidad de que las y los tomadores de decisión consideren como un elemento ineludible la formalización de un enfoque de transición justa, como eje articulador de la propuesta de ruta para la

sustitución y retiro progresivo del carbón de la generación de energía eléctrica. El imperativo de justica ofrece la oportunidad para entrar a un proceso de transformación estructural que, de la debida consideración a la ambición climática, al desarrollo sostenible, a la buena gobernanza, a los derechos humanos, y a la participación significativa de la sociedad. Colocar la justicia en el centro del proceso de sustitución y retiro gradual del carbón puede habilitar condiciones para abordar de mejor manera la distribución de los beneficios y costos asociados, para mitigar impactos adversos según su naturaleza diferenciada en grupos y sectores sociales, y para ampliar los beneficios económicos, sociales y ambientales que pueden derivarse del tránsito hacia un nuevo sistema bajo en emisiones.

En última instancia la ruta configura un proceso justo en la medida que la sociedad comparte equitativamente los costos y beneficios de la transición hacia una economía baja en carbono, que requiere de cooperación y colaboración entre todos los órdenes de gobierno, trabajadores, sindicatos, empleadores y comunidades. Lo anterior con el fin de identificar e implementar activamente las oportunidades que permitan desarrollar sus habilidades, asegurarles un trabajo decente, desarrollar las comunidades de manera sostenible, y mejorar los indicadores de desarrollo social y ambiental.

IV. LAS DIMENSIONES DE LA RUTA DE CP-O

La revisión de la literatura y el examen de los casos de países que han iniciado una ruta de *coal phase*-out permiten construir una visión integral sobre aquellos elementos que deben ser considerados por las y los tomadores de decisión involucrados en el diseño, planeación, implementación y evaluación de un proceso de ruta progresiva de sustitución y retiro del carbón de la matriz energética en México. Esa visión, estructurada desde el imperativo de justicia, puede ser articulada de diversas formas para dar cabida a la multiplicidad de objetivos, dimensiones, temas, impactos, procesos, medidas, consideraciones y actores que configuran el universo de trabajo para una ruta de *coal phase-out* en el país.

En el marco de este estudio se propone una articulación inicial construida a partir de un enfoque de derechos, un elemento clave de los principios rectores de la transición justa. Esto implica que la mirada sobre las distintas dimensiones que están involucradas en una ruta de *coal phase-out* se realiza a partir de la consideración sobre los contenidos esenciales de los derechos humanos que son centrales en una sustitución y retiro gradual del carbón de la matriz energética, y desde las obligaciones que tienen los actores Estatales y no estatales de respetar y garantizar los derechos humanos al trabajo, al medio ambiente, al desarrollo, a la salud y a la participación.

A) Derecho al trabajo

La sustitución y retiro gradual del carbón de la matriz energética implicará transformaciones estructurales de la economía y el mercado del trabajo. La literatura revisada expone con claridad que entre los impactos potenciales adversos de este proceso se encuentra la pérdida de empleos, tanto en el caso de las y los trabajadores que forman parte de las centrales carboeléctricas que serán retiradas, como en el de las personas cuyos medios de vida dependen de la producción del carbón y de su uso en la generación de energía, así como de las personas cuyos empleos están vinculados directa e indirectamente a la cadena de valor del carbón, y la provisión de bienes y servicios en las economías regionales que dependen de la minería del carbón y de los usos de este mineral en la generación eléctrica.

La propuesta de ruta de *coal phase-out* debe abordar la naturaleza, alcance y dinámica de la transformación de la demanda y oferta laboral, teniendo como premisa la necesidad de asegurar el derecho al trabajo de las personas que vivirán esos procesos de transformación estructural. Desde un enfoque de derechos, la propuesta de ruta debe considerar que las personas tienen derecho a contar con medios para una vida digna, a tener trabajos decentes y de calidad, a contar con la orientación profesional y técnica suficientes, a tener condiciones equitativas y satisfactorias de trabajo, a tener un salario mínimo para asegurar una vida digna, a que las condiciones de su empleo sean seguras y saldables, etc.

Desde este enfoque, los Estados debe asegurar que el derecho al trabajo observe características esenciales de disponibilidad, accesibilidad, aceptabilidad y calidad. Esto implica que las decisiones y medidas adoptadas en el marco de la ruta de *coal phase-out* sean guiadas por la obligación de asegurar que las personas identifiquen y accedan a empleos, que el acceso al trabajo no sea discriminatorio, que las personas cuenten con información sobre las oportunidades de empleo, que se aseguren condiciones laborales justas y seguras, que se generen condiciones para que las personas puedan ganarse la vida mediante trabajos libremente escogidos y aceptados, y que existan medidas orientadas a la profesionalización, la capacitación y el desarrollo de las competencias y habilidades que demandará nuevo ecosistema laboral.

Consideraciones sobre la dimensión:

- **Construcción de alternativas para garantizar el derecho al trabajo de las personas que actualmente forman parte de las centrales carboeléctricas de la Comisión Federal de Electricidad:** creación de programas jubilación

anticipada para las y los empleados de las centrales; establecimiento de programas de pensiones para las personas que no cuentan con esquemas de jubilación; oportunidades para la reubicación en otras centrales de generación de energía eléctrica de la Comisión y de otros operadores; establecimiento de programas de capacitación, entrenamiento y profesionalización para acceder a empleos en los lugares de origen o en otros lugares, conforme a la libre elección de las y los trabajadores; creación de nuevas oportunidades laborales en el sector energía en el contexto del impulso a una generación baja en emisiones; creación de alternativas laboral en sectores distintos al energético en el marco de la nueva configuración del mercado laboral en la región; establecimiento de programas especiales para abordar y evitar ampliar las brechas de género existentes en la industria eléctrica.

- **Construcción de alternativas para garantizar el derecho al trabajo de las personas que actualmente se dedican a la explotación del carbón para su uso en la generación de energía eléctrica:** creación de programas jubilación anticipada para las personas que se dedican a la minería del carbón; establecimiento de programas de pensiones para las personas que no cuentan con esquemas de jubilación; creación de programas de capacitación, entrenamiento y profesionalización para que las personas puedan acceder a otros empleos en actividades económicas distintas a la de la minería del carbón; configuración de una nueva oferta laboral considerando los potenciales industriales, productivos y de servicios de las regiones que verán transformada la economía en razón de la sustitución y retiro del carbón; generación de alternativas para la creación de sistemas de innovación y creación de valor que desplieguen una cultura de emprendimientos para la generación de alternativas de empleo; construcción de un inventario de empleos potenciales en la industria de la minería del carbón que podría continuar dados los usos del carbón en actividades industriales y productivas distintas a la generación de energía eléctrica; creación de programas especiales para abordar y evitar ampliar las brechas de género existentes en la industria de la minería del carbón; asegurar la delimitación de las responsabilidades de las empresas respecto de los riesgos de pérdida de empleos y los planes necesarios para atender la transición laboral; programas de apoyo específicos para la transición de pequeñas y medianas empresas tradicionalmente vinculadas a la minería del carbón.

- **Configuración de alternativas para garantizar el derecho al trabajo de generaciones futuras en el contexto de una transformación de las economías regionales altamente dependientes del carbón y de su uso en**

la generación de energía eléctrica: adopción de medidas para la formalización del empleo; programas para la creación de habilidades y capacidades en las generaciones que se integrarán al mercado labora en un contexto de transición estructural; inversión en infraestructura baja en emisiones para ampliar oportunidades de acceso a nuevos empleos decentes y de calidad; programas especiales para las y los jóvenes que harán su transición al adultez y su incorporación al mercado laboral en una nueva economía baja en emisiones; construcción de planes y programas de corto, mediano y largo plazo tendientes a la configuración de nuevas alternativas de empleo en sectores industriales, productivos y de servicios en una economía baja en emisiones; programas especiales para el impulso a pequeñas y medianas empresas que puedan ofrecer nuevos empleos decentes y de calidad en las comunidades locales; planes y programas específicos orientados a los sectores de población más vulnerables a la transición estructural con énfasis en la participación en la fuerza laboral de las mujeres, las y los jóvenes, las personas indígenas y afrodescendientes, y las personas en situación de pobreza y marginación social.

B) Derecho al medio ambiente sano y a la salud

La sustitución y retiro gradual del carbón de la matriz energética implicará impactos positivos para la realización del derecho al medio ambiente sano de las personas y comunidades locales que tradicionalmente han sufrido los impactos negativos de la generación de energía eléctrica con carbón y de la explotación del carbón mineral, y desde una perspectiva más amplia, de la realización de este derecho vinculado al logro de los objetivos resultantes de la reducción de emisiones de GEI, de la transición energética, y de la acción climática.
Desde este enfoque la propuesta de ruta de *coal phase-out* debe privilegiar los derechos de acceso (participación e información), plantear programas integrales de remediación de pasivos ambientales; y propiciar la configuración de nuevas economías regionales bajas en emisiones, para lo cual es necesario asegurar un adecuado financiamiento que permita integralmente conservar y restaurar ecosistemas en los territorios donde se ha realizado la actividad minera y la generación de energía eléctrica.

Consideraciones sobre la dimensión:

- **Integración de medidas tendientes a atender la remediación de pasivos ambientales vinculados a la minería del carbón:** establecer programas conforme al marco legal para reforzar e implementar inventarios de pasivos ambientales; establecer medidas específicas conforme al marco legal para la

remediación de los pasivos ambientales; diseñar un adecuado procesos de cierre de minas; delimitar las responsabilidades de las autoridades y las empresas públicas y privadas en el proceso de cierre de minas; establecer mecanismos de participación para los procesos de cierre de minas en lo relativo a al dimensión ambiental; fortalecer el acceso a la información suficiente y oportuna vinculada con la atención a pasivos ambientales y a los procesos de cierre de minas; establecer programas para la recuperación ambiental en ecosistemas afectados por la actividad de la minería del carbón; considerar planes adecuados de gestión y manejo de pasivos para eliminar riesgos en los ecosistemas y en la salud; priorizar la identificación, registro y remediación de pasivos que puedan ser de alto riesgo; impulso de programas específicos para asegurar un enfoque participativo en procesos de ordenamiento ecológico del territorio.

- **Integración de medidas tendientes al diseño de un proceso de cierre, desmantelamiento y remediación en las centrales carboeléctricas:** asignación de recursos suficientes para la remediación de pasivos ambientales vinculados a la operación de las centrales de generación; diseño de un proceso adecuado de cierre y desmantelamiento de las centrales; considerar las afectaciones a la calidad ambientales y la funcionalidad de los ecosistemas en el proceso de cierre, desmantelamiento, abandono y remediación de las plantas carboeléctricas; asegurar el acceso a la información oportuna y suficiente respecto de los impactos ambientales asociados al cierre, desmantelamiento y remediación de las centrales carboeléctricas.

- **Establecimiento de líneas de base ambiental y de salud:** previo al inicio de actividades de cierre, desmantelamiento y remediación asegurar la definición de línea de base ambiental y de salud que permitan asegurar un monitoreo adecuado de los resultados del cierre de minas y de las centrales carboeléctricas; asegurar mecanismos de participación para las personas y grupos interesados en tales procesos; establecer mecanismos adecuados para el acceso a la información; asegurar que las líneas de base contemplen información sobre la calidad del aire, agua, erosión, infiltración, sedimentos, caracterización del suelo; biota terrestre y acuática, efectos biológicos, paisaje y áreas sensibles.

C) Derecho a la participación en la adopción de decisiones públicas

El cambio estructural que derivará del retiro y sustitución del carbón de la generación eléctrica requiere, ineludiblemente, de consensos amplios para asegurar la legitimidad de los procesos, y de la concurrencia de múltiples actores y grupos con distintos tipos de

interés y niveles de responsabilidad. La participación, desde esta perspectiva, se configura como condición de posibilidad para una gestión adecuada del proceso. Ahora bien, las directrices de transición justa contemplan también el respeto de los derechos humanos. Un enfoque de derechos permite trascender el enfoque de diálogo-consenso-legitimidad; en la medida que reconoce la participación como el derecho que tienen todas las personas de incidir en la toma de decisiones sobre cuestiones que les afectan.

Desde este enfoque existen, por un lado, autoridades que toman decisiones y que respecto de ellas tienen la obligación constitucional de garantizar, proteger, respetar y promover el derecho a la participación antes, durante y después de su adopción; y por otro, un conjunto de sujetos que son titulares del derecho a participar, y que para realizarlo requieren de información oportuna, adecuada y suficiente, así como de procedimientos y mecanismos sistemáticos, continuos, transparentes e inclusivos.

La ruta de *coal phase-out* debe establecer condiciones mínimas para la participación tendientes al establecimiento de procesos continuos, asegurar la creación de entornos seguros y propicios para la participación, facultar a los titulares de derecho para el ejercicio del derecho, promover la igualdad, inclusión y no discriminación en los mecanismos y procedimientos de participación, y asegurar el acceso a la información para el adecuado ejercicio del derecho. De manera especial debe considerarse que la ruta de *coal-phase out* consiste en una decisión pública que va a afectar positiva y negativamente a las personas, y en esa medida, las personas tienen un derecho reconocido a participar antes, durante y después de que la decisión sea adoptada.

Consideraciones sobre la dimensión:

- **Identificación de las personas y grupos que deben tomar parte en los procedimientos y mecanismos de participación:** adoptar un enfoque que permita identificar a las personas titulares de derechos y a las personas y grupos que puedan tener un interés en las decisiones que se enmarcan en el proceso de *coal phase-out*. Existen al menos cinco grupos de personas y grupos que deben formar parte de los mecanismos y procedimientos de participación: 1. Autoridades y Representantes Nacionales, Subnacionales y Locales con mandatos relevantes para una ruta *coal phase-out*; 2. Comunidades de la Región que serán directa e indirectamente afectadas por un proceso de retiro gradual del carbón; 3. Trabajadoras y trabajadores de la industria del carbón mineral que suministran a CFE para la generación de energía, y trabajadoras y trabajadores de las centrales carboeléctricas; 4. Organizaciones, asociaciones y cámaras económicas, empresariales y gremiales de la industria de la minería del carbón y la industria

eléctrica; 5. Organizaciones sociales y comunitarias de la Región Carbonífera con objetos sociales de interés para una ruta gradual de retiro del carbón en la generación de energía eléctrica.

- **Mecanismos y procedimientos de participación:** asegurar que los mecanismos favorezcan una participación significativa, el diálogo social, y la construcción de consensos, a través de distintos mecanismos diseñados en conjunto con los sujetos titulares de derecho y que pueden adoptar la forma de consultas, asambleas, seminarios, foros, creación de grupos de trabajo, etc. Los mecanismos y procedimientos deben ser claros y contar con elementos que permitan manejar de forma adecuada las expectativas de las y los participantes.

- **Participación antes de la adopción de las decisiones en el marco de la ruta de *coal phase-out*:** asegurar que las y los titulares de derecho tengan la oportunidad de participar en el diseño del proceso de participación de la ruta de *coal phase-out*, para que sus prioridades y necesidades sean se incluyan en los temas y contenidos; asegurar el acceso a información clara, realista y práctica sobre el proceso para manejar las expectativas; difundir proactivamente la información y ponerla a disposición de los interesados teniendo en cuenta necesidades especiales y manejo adecuado de las condiciones locales.

- **Participación durante la adopción de las decisiones en el marco de la ruta de *coal phase-out*:** establecer mecanismos adecuados para asegurar la participación oportuna de las y los titulares de derechos; establecer plazos razonables para realizar una participación efectiva y mantener flexibilidad para realizar ajustes que sea necesarios; velar porque todas las personas interesadas tengan oportunidades para realizar una participación significativa; asegurar que los mecanismos prevean la forma en que se dará debida consideración a las participaciones de las y los titulares de derechos, y a las personas y grupos interesados; asegurar que las autoridades que participan en el proceso tengan la capacitación necesaria para conducir los procedimientos y mecanismos de participación; prever medidas especiales para la participación de grupos en situación de vulnerabilidad, así como grupos históricamente excluidos de los procesos de toma de decisión; garantizar procedimientos específicos para favorecer la participación de las mujeres, de las comunidades indígenas y afrodescendientes, las personas con discapacidad, de forma inclusiva y no discriminatoria.

- **Participación después de la adopción de las decisiones en el marco de la ruta de *coal-phase out*:** difundir de forma oportuna, completa y transparente los resultados de la participación; asegurar que se realice la evaluación del proceso de participación y que éste proceso pueda realizarse con un enfoque participativo; asegurar mecanismos para la participación en la aplicación de las decisiones que hubieran sido tomadas; garantizar la participación y transparencia en el seguimiento de la implementación de las decisiones.

C) Derecho al desarrollo sostenible

El cambio estructural que derivará del retiro y sustitución del carbón de la generación eléctrica requiere planteara cambios significativos en la forma en que viven las comunidades, su relación con el territorio, las oportunidades disponibles para asegurar ingresos que permitan tener una vida digna y lograr su bienestar, y la configuración de identidades y significados locales en comunidades que por generaciones han explotado y aprovechado el carbón, así como la forma en que dicha actividad ha generado legados y tensiones vinculadas a impactos negativos por el desarrollo de la actividad (enfermedades, pérdida de vidas, trabajo infantil, distribución inequitativa de los ingresos que genera la actividad, empleos precarios y mal remunerados, etc.).

El derecho al desarrollo plantea que las personas tienen el derecho a participar en un desarrollo económico, social, cultural y político en el que puedan realizar plenamente todos sus derechos humanos y sus libertades fundamentales. Las personas desde este enfoque son el sujeto central del desarrollo y deben ser participantes activos y beneficiarios del mismo. Desde este enfoque las autoridades tienen la obligación de asegurar y garantizar la igualdad de oportunidades para el acceso a los recursos básicos, como son la educación, los servicios de salud, los alimentos, la vivienda, el empleo y la justa distribución del ingreso. La ruta de *coal-phase out* desde este enfoque debe asegurar una adecuada atención a las comunidades que participar de la transición estructural que supone la sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía eléctrica.

Consideraciones sobre la dimensión:

- **Atención a las comunidades que serán beneficiadas y afectadas por la ruta de *coal phase out*:** asegurar la creación de estructuras locales que tengan como objeto la conducción de la transición desde el nivel local; establecer programas de infraestructura e inversión en comunidades locales basadas en la identificación y priorización de necesidades de las comunidades; articular

financiamientos para procesos de planeación comunitaria que permitan definir prioridades de desarrollo y vincularlas con programas a nivel nacional y subnacional existentes y nuevas, impulso de programas específicos para asegurar un enfoque participativo en procesos de ordenamiento del territorio.

- **Establecimiento de una línea de base con indicadores de desarrollo social:** previo al inicio de actividades de cierre, desmantelamiento y remediación asegurar la definición de línea de base social que permita asegurar un monitoreo adecuado de los resultados del cierre de minas y de las centrales carboeléctricas.

- **Atención especial a comunidades con mayor vulnerabilidad a los efectos del proceso de transición:** abordar especialmente los elementos vinculados a la cultura minera y la forma en que esta da forma y reproduce aspectos identitarios y emocionales; consideración de planes y programas específicos para la atención de comunidades indígenas y afrodescendientes.

V. LA GESTIÓN ADECUADA DE LA RUTA DE CP-O

La literatura y los casos analizados muestran la importancia de asegurar que la ruta de *coal phase-out* sea gestionada de forma adecuada. Entre los elementos que caracterizan una gestión adecuada se encuentra la planeación en etapas tempranas, la participación significativa de las partes interesadas y los sujetos titulares de derechos, la adecuada asignación de recursos y la creación de un sistema de gobernanza que permita delimitar con claridad responsabilidades en torno al proceso. La premisa de la buena gestión de una ruta de *coal phase-out* descansa sobre la necesidad de visualizar un proceso continuo de largo plazo, multidimensional y complejo.

Consideraciones sobre la dimensión:

- **Recursos suficientes y orientados específicamente para la ruta de sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía:** Establecer fondos específicos para la transición justa que den soporte a las actividades para abordar la acción climática, la realización de los derechos, y la atención específica de comunidades directamente afectadas por la sustitución y retiro gradual del carbón; establecer un fondo de investigación específico de largo plazo, para estudiar el impacto de la eliminación del carbón y de la transición hacia una economía baja en carbono; financiar la planeación comunitaria, colaboración, diversificación y estabilización, mediante el establecimiento de un programa exclusivo de financiamiento de transición justa para comunidades afectadas, que

sea integral, inclusivo y flexible; realizar las inversiones necesarias en las regiones y en los sectores económicos afectados; asegurar la concurrencia de recursos federales, estatales y locales para el financiamiento de las medidas vinculadas a la transición que vivirán las regiones; asegurar el acceso a la información oportuna, accesible y relevante sobre los recursos asignados y su ejercicio.

- **Articulación de un sistema de gobernanza robusto para la conducción del proceso de sustitución y retiro gradual del carbón de la generación de energía:** Identificación de todas las autoridades en distintos ámbitos gubernamentales con responsabilidad sobre las distintas dimensiones involucradas en el proceso; delimitación de responsabilidades y roles de las distintas autoridades que tomarán decisiones en torno a la ruta; establecimiento de alianzas con actores no estatales para el diseño e implementación del proceso; delimitación de las responsabilidades de los actores no estatales privados; consideración del establecimiento formal de órganos institucionales con mandato específico sobre el proceso de ruta; asegurar recursos suficientes para mantener una adecuada conducción del proceso en las instituciones involucradas.

- **Establecimiento de órganos independientes para la elaboración de recomendaciones en torno al diseño y planeación de la ruta de *coal phase-out*:** Considerar la posibilidad de formalizar la creación de una entidad independiente que tenga como mandato la emisión de recomendaciones para el diseño de la ruta de sustitución y retiro gradual del carbón.

VI. ESTUDIOS ADICIONALES NECESARIOS PARA TRAZAR LA RUTA DE CP-O

Las experiencias internacionales muestran la importancia de llevar a cabo estudios específicos antes, durante y después de la ruta de salida del carbón de la generación de energía eléctrica. Estos estudios, evaluaciones, proyecciones, análisis y líneas de base son clave para un diseño adecuado, para una gestión adecuada, y para tomar decisiones respecto de la naturaleza, alcance y características de la ruta de *coal phase-out*. Deben tomar en consideración financiamientos adecuados, para lo cual deben preverse recursos presupuestales, el establecimiento de alianzas con organizaciones nacionales e internacionales, y las alternativas para financiar su desarrollo por parte de la banca de desarrollo nacional e internacional. La realización de estos estudios debe considerar además que estos puedan ser realizados con entidades locales y estatales que han trabajado estudios relacionados con las dimensiones involucradas en la ruta. Algunos de los estudios que se sugieren en las experiencias internacionales son:

- Estudios sobre los efectos distributivos de las políticas de mitigación del cambio climático;
- Estudios sobre los efectos sobre el empleo y las transiciones laborales relacionadas;
- Evaluaciones de impacto social y ambiental de los procesos de retiro de centrales de carbón;
- Evaluaciones de impacto social y ambiental de los procesos de cierre de minas donde se explota el carbón para su uso en la generación de energía eléctrica;
- Estudios de prospectiva sobre la vocaciones y potencial del territorio que experimentará el proceso de transición hacia una economía baja en emisiones;
- Inventario de empleos actuales y potenciales;
- Diagnóstico de capacidades, habilidades profesionales y técnicas en el mercado de trabajo vinculado a la minería y a la generación de energía eléctrica con carbón;
- Evaluación de impacto sobre los derechos humanos de la ruta de *coal phase-out*; y
- Análisis de género sobre el proceso de ruta de *coal phase-out*.

Referencias

Climate Action Tracker. (2015). The Coal Gap: planned coal-fired power plants inconsistent with 2°C and threaten achievement of INDCs, 1–10.

Climate Action Tracker. (2019). Mexico- Country Summary. Revisado: https://climateactiontracker.org/countries/mexico/

Climate Transparency (2019). Brown to Green 2019 report: The G20 transition towards a net-zero emissions economy. Climate Transparency, Berlin, Germany.

Climate Transparency (2019, b). Managing the phase-out of coal: A comparison of actions in G20 countries. Climate Transparency, Berlin, Germany.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) e Iniciativa Climática de México (ICM), Presupuestos de carbono: Una oportunidad para ampliar la ambición climática del sector eléctrico. Ciudad de México, 17 de octubre de 2019

EIA (2019). How much carbon dioxide is produced when different fuels are burned? , revisado: https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=73&t=11

Gignac, R., & Matthews, H. D. (2015). Allocating a 2 C cumulative carbon budget to countries. *Environmental Research Letters*, *10*(7), 075004.

Huesca-Pérez, M.E., Sheinbaum-Pardo, C., Köppel, J. (2016). Social implications of siting wind energy in a disadvantaged region–The case of the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. *Renew Sustain Energy Rev, 58*, 952-965.

IPCC (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of working group III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

IPCC. (2018). *IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C.* Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

Miller, C.A., Richter, J., O'Leary, J. (2015). Socio-energy systems design: a policy framework for energy transitions, Energy Res Soc Sci, 6, 29-40.

Moore, S., Hackett, J. (2017). The construction of technology and place: Concentrating solar power conflicts in the United States, Energy Res Soc Sci, 11(2016), 67-78.

Phadke, R. (2013). Public deliberation and the geographies of wind justice, Sci Cult, 22, 247-255.

Powering Past Coal Alliance (2017). Powering Past Coal Alliance: Declaration. Revisado: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/660041/powering-past-coal-alliance.pdf

Rousseau, I. (2017). La nueva regulación de la gestión social de los proyectos energéticos en México. Seguridad, sustentabilidad y gobernabilidad. Revist Mexic Cienc Políticas Soc, *62*, 197-219.

SEMARNAT. México: Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. INECC/ SEMARNAT: México.

Shearer, C., Myllyvirta, L., Yu, Aiqun., Aitken, G., Mathew-Shah, N., Dallos, Gyorgy., Nace, T. (2020) *Boom and bust 2020: Tracking the global coal plant pipeline*. Global Energy Monitor/ Sierra Club/ Greenpeace/ CREA.

Sovacool, B. (2013). Energy and Ethics: Justice and Global Energy Challenge. Palgrave MacMillan.

Yanguas-Parra, P., Gaurav-Gantin, R., Bill-Hare, Michel., Fuentes, Urula (2019). Global and regional coal phase-out requirements of the Paris Agreement: Insights from the IPCC Special Report on **1.5°C.** Climate Analytics.